

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10233019  
PUBLICATION DATE : 02-09-98

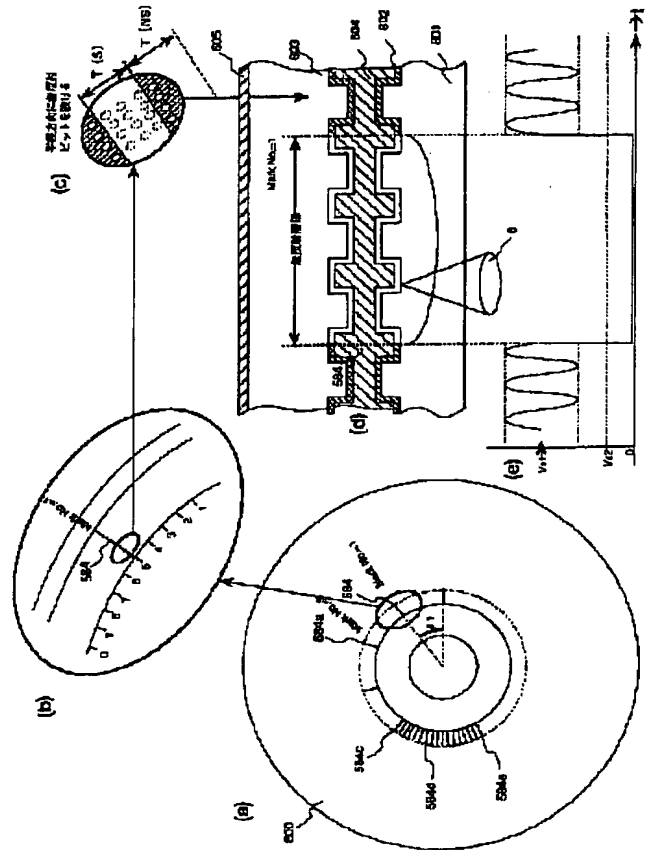
APPLICATION DATE : 22-01-97  
APPLICATION NUMBER : 09009318

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : TAKEMURA YOSHIYA;

INT.CL. : G11B 7/00 G11B 7/007 G11B 7/24  
G11B 20/10

TITLE : OPTICAL DISK, OPTICAL DISK  
MANUFACTURING DEVICE AND  
OPTICAL DISK REPRODUCING  
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent unauthorized use of contents and illegal copy of an optical disk, and the operation of pirate disk of the optical disk.

SOLUTION: By means of individually recording modulated data on a reflecting film 802 of the optical disk 800 whereon a main signal is recorded by a pit, in the manner of partially removing the reflecting film by the laser trimming, identification data such as the information for preventing the unauthorized use, illegal copy, pirate disk, and so on, are recorded. The stop of operation or the exposure of the unauthorized use, illegal copy, soft of pirate disk is thereby made possible.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233019

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
 G 1 1 B 7/00  
 7/007  
 7/24  
 20/10

識別記号

5 7 1

F I

G 1 1 B 7/00  
 7/007  
 7/24  
 20/10

Q

5 7 1 A

H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 66 頁)

(21) 出願番号 特願平9-9318

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月22日

(31) 優先権主張番号 特願平8-8110

(32) 優先日 平8(1996) 1月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-8910

(32) 優先日 平8(1996) 1月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-339304

(32) 優先日 平8(1996) 12月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 小西 信一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 大嶋 光昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 伸一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

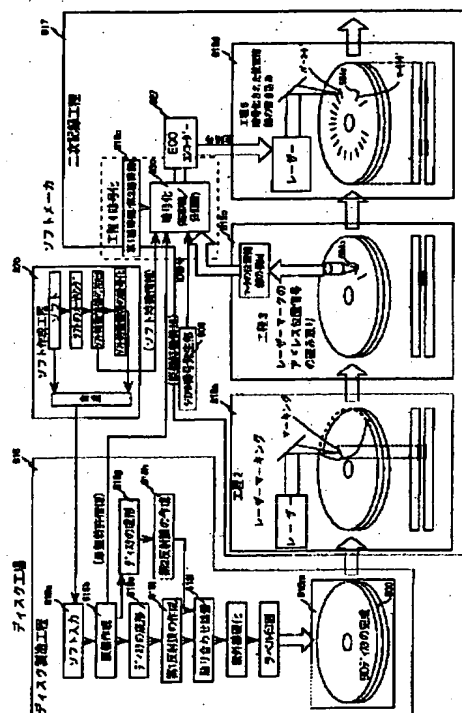
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク、光ディスク製造装置、光ディスク再生装置

## (57) 【要約】

【課題】 光ディスクにおいて、光ディスクのコンテンツの不正使用、不法コピーと光ディスクの海賊盤の動作防止を目的とする。

【解決手段】 主信号がビットで記録された光ディスク800の反射膜802にレーザートリミングにより反射膜を部分的に除去し、変調したデータを個別に記録することにより、不正使用、不法コピーと海賊盤防止情報等の識別データを記録することにより不正使用、不正コピー、海賊盤ソフトの動作停止や摘発を可能とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主データがプリビット信号で反射膜上に記録されたROM光ディスクの前記プリビット信号の記録領域の、特定半径の特定領域の前記反射膜を、半径方向に長いストライプ形状に、部分的に除去することにより形成した、バーコードを複数個、配置することにより、フェーズエンコード変調された副データを前記プリビット信号に重畳して記録したことを特徴とする光ディスク。

【請求項2】 反射膜をもつ光ディスクの、特定半径の特定角度の領域の前記反射膜をレーザーで除去する光ディスク製造装置において、光源からのレーザー光をシリンドリカルレンズで前記光ディスクの円周方向に集束させることにより、光ディスクの半径方向に長い長方形の光パターンを前記ディスクの前記反射膜上に結像させて、フェーズエンコードされた変調信号発生部からの変調信号に基づいて、上記光源をパルス発光させ、前記光ディスクもしくはレーザー光を回転させることにより、前記反射膜上の特定の半径の領域に、半径方向に長い長方形の反射膜除去領域を複数個形成することを特徴とする光ディスク製造装置。

【請求項3】 光ディスク上にビットで主データもしくは／かつアドレスを含むEFMもしくは8-16変調の主信号が記録された主信号記録領域をモータを回転位相制御させ、光ヘッドにより主信号を再生し第1復調部により主データを得るとともに、前記光ディスク上の前記主信号記録領域の一部の領域に重複して設けられた副信号記録領域に、副データがフェーズエンコード変調された信号が重畳して記録されている副信号を、前記光ヘッドにより再生信号として再生し、前記再生信号より周波数分離手段により前記主信号を抑圧することにより前記副信号を得て、フェーズエンコード復調部により復調し上記副データを得ることを特徴とする光ディスク再生装置。

【請求項4】 再生部は、光ヘッドより再生した再生信号を、低周波数成分分離手段により前記再生信号の高周波成分を抑圧した低周波再生信号を得るとともに、第2スライスレベル設定部により前記再生信号より第2スライスレベル信号を作成し、第2レベルスライサー部において前記第2スライスレベル信号のスライスレベル値で前記低周波再生信号をスライスすることにより2値化信号を得て、前記2値化信号を、フェーズエンコード復調する復調手段により復調し、副データを復調することを特徴とする特許請求項3記載の光ディスク再生装置。

【請求項5】 第2スライスレベル設定部において、低周波数成分分離手段より、大きい時定数をもつ副低周波数成分分離手段を設け、前記副低周波数成分分離手段に再生信号もしくは低周波数再生信号を入力し、前記低周波数再生信号より低い周波数成分を抽出することにより第2スライスレベル信号を得て、前記第2スライスレベ

ル信号を第2レベルスライサーのスライスレベル値とすることを特徴とする特許請求項3記載の光ディスク再生装置。

【請求項6】 光ディスクの反射膜上に反射膜を除去することにより形成されたバーコード部を有するとともにコントロールデータ内に上記バーコードの有無を示す識別子を記録したことを特徴とする光ディスク。

【請求項7】 光ディスクとして、2枚の基板を貼り合わせたことを特徴とする請求項6記載の光ディスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば、光ディスクの複製防止やソフトの不正使用や不正コピー防止等の著作権保護に利用可能な、マーキング生成装置、光ディスクのレーザーマーキング形成方法、再生装置、光ディスク、及び光ディスク製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ROM型光ディスクの普及に伴い、ソフトの不正使用、不正コピーや海賊版が増加し、著作権者の権利を侵害している。

【0003】これは、ROMディスクに個別にID番号が付与できないことやROMディスクの製造装置が容易に入手できるようになり、かつ操作が簡単になったことによる。

【0004】今のCD規格においては、CDの論理データを読み出す機能しかなく、ディスクの物理的特徴を検出する機能をもっていない。このため論理データをビット複写によりコピーするだけで、海賊版CDが作成できる。また他のディスクにコピーしても機械的および人為的に摘発が困難なため対策が取られていない。

【0005】対策法として原盤にID番号を入れたり、海賊版を防止する方法が従来技術として知られている。

【0006】これは、原盤に物理的なマークを加えることにより、ID番号を入れたり、この規格のディスクの海賊版の製造を防止する。この一つの従来例として特開平5-325-193号公報に示すような海賊版防止方式が知られている。この方式はカッティング時に、意図的に特定の領域の記録時に記録ビームをトラッキング方向に走査させ、ウォブリングを原盤上に形成する。このディスクを再生する時は再生プレーヤ側で、ウォブリング検出回路を設け、このウォブリングが特定の領域にあるかどうかをチェックする。特定のウォブリング周波数のウォブリングが特定の領域にある場合は正規ディスク、ない場合は海賊版ディスクと判断する。またID番号をウォブリングで記録することも知られている。

【0007】しかし、この物理マークの配置情報は正規ディスクを観察することにより得られるので、この特殊な原盤製造装置を海賊版業者が入手した段階で海賊版が製造されるという問題点があった。本明細書ではこの原盤に物理マークを設けるタイプの手続き防止方式やID

作成方式を原盤レベル方式と呼ぶ。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の海賊版防止技術にはいくつかの課題があることがわかる。以下、これらの課題をまとめる。

【0009】課題1として、従来の、原盤レベルの海賊版防止方式やID作成方式の物理マークはレプリカ複製が可能のため、防止効果が低い。

【0010】課題2として、物理マークの設計データに基づき、物理マークを作成する従来方法では正規ディスクメーカーと同じ精度の製造装置を入手することにより、容易に海賊版を製造できる。

【0011】課題3として、原盤マーク方式では1枚の原盤に対して成形されたディスクは全て同じディスクIDをもつ。つまり、1つのパスワードで同一原盤からプレスされた全てのディスクが動作する。このため、フロッピーや通信回線を併用しないとパスワードセキュリティが保てなかった。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では上記の従来の著作権保護方式の3つの課題を解決する手段を提供する。

【0013】まず、課題1に対しては、従来の原盤レベルの物理マークに代わるものとして、ディスクの反射膜のプリピット領域に物理マークを設ける反射膜レベルの物理マークによる海賊版防止方式を提供する。これにより、原盤レベルで複製されても海賊版が防止できる。光ヘッドで再生できるため構成が簡単である。

【0014】課題2に対しては、2枚貼り合わせROMディスクにレーザーで二次記録する新しいROM記録手段を用いる。まず、第1ステップでランダムに物理マークを作成し、次に第2ステップで0.13 $\mu\text{m}$ 幅の高い測定精度で、物理マークを測定する。第3ステップでこの位置情報を暗号化して上記二次記録手段を用いてROMディスクに数十 $\mu\text{m}$ 、つまり通常の加工精度でバーコード記録する。こうして通常の装置の加工精度をよりはるかに高い精度、例えば0.1 $\mu\text{m}$ の光マーク位置情報が得られる。市販の加工光マークをこの0.1 $\mu\text{m}$ の精度で加工することはできないため海賊版の製造は防止される。

【0015】課題3に対しては、本発明のディスク毎に異なるデータをマーキングしディスク識別子として用いる。特に、シリアル番号、つまりディスクIDを合成して、デジタル署名暗号化することにより改ざんできないディスクIDを一枚毎に付与することもできる。完成ディスク1枚毎にIDが異なるため、パスワードも異なる。従って、他のディスクでは、このパスワードは動作しないため、パスワードセキュリティが向上する。

【0016】また、本発明の二次記録により、パスワードをディスクに二次記録することによりそのディスクは

永久に動作可能となる。

【0017】以上3つの課題を解決する具体的な方法を実施例を用いて以下に開示する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる光ディスクと光ディスク製造装置と光ディスク再生装置について実施例を用いて、構成と動作を説明する。

【0019】なお、本明細書においては、レーザートリミングはレーザーマーキングまたはBCA (Burst Cutting Area) 記録とも呼び、光学マーキング無反射部は単に、BCAまたはストライプ又はマーキング、あるいは光学マーキング、ディスク固有の物理ID等とも呼ぶ。BCAで記録された信号をBCA信号、BCAの中に記録されたデータをBCAデータと呼ぶ。本発明の特徴であるフェーズエンコーディング変調はPE変調と略し、一部のブロック図ではPE変調部のブロックを省略する。

【0020】本実施例では、先ず、前半部(1)において、ディスクを作成すること、レーザーを利用してマーキングを作成すること、そのマーキングの位置情報を読み取ること、さらにその位置情報等を暗号化等して光ディスクに書き込むこと、そしてその光ディスクのプレーヤ側の再生動作などについて述べる。なお、その暗号化の点と再生動作に関しては簡単に述べる。

【0021】次に、後半部(2)において、その簡単に述べられた、マーキングにより形成されたストライプの記録方式について詳細に説明する。

【0022】(1)図1は、ディスク作成工程から光ディスクの完成までの全体の大きな流れを示すフローチャートである。

【0023】まずソフト会社がソフト制作820においてソフトのオーサリングを行う。完成したソフトは、ソフト会社から、ディスク製造工場に渡される。そして、ディスク製造工場のディスク製造工程816では、ステップ818aで完成したソフトを入力して、原盤を作成し(ステップ818b)、ディスクを成形し(ステップ818c、ステップ818g)、それぞれのディスクに反射膜を作成し(ステップ818f、ステップ818h)、それら2枚のディスクを貼り合わせて(ステップ818i)、DVDやCD等のROMディスクを完成させる(ステップ818m等)。

【0024】このようにして完成したディスク800は、ソフトメーカーもしくはソフトメーカーの管理下にある工場に渡され、二次記録工程817においては、図2に示すような、海賊版防止のマーキング584を施された後(ステップ819a)、測定手段によりこのマークの正確な位置情報を読み取り(ステップ819b)、ディスク物理特徴情報としての位置情報を得る。ステップ819cでこのディスク物理特徴情報を暗号化する。ステップ819dでは、この暗号をPWM変調した信号

をレーザにより、バーコード信号としてディスク上に記録する。なおステップS19Cでソフトの特徴情報とディスク物理特徴情報を合成した情報を暗号化してもよい。

【0025】さらに、上記各工程を詳しく具体的に述べる。すなわち、図4、図5、図8～図12などを用いて本発明による詳細な光ディスクのディスク作成工程とマーキング作成工程とマーキング位置読み取り工程と暗号書き込み工程を説明する。尚、図6、図7を用いて、反射層が2つある場合について、補足説明を加える。また、ここでマーキング作成工程とマーキング位置読み取り工程と書き込み工程を総合して二次記録工程と呼ぶ。

【0026】(a) まず、ディスク作成工程について説明する。図4に示すディスク作成工程S06では、工程(1)で、透明基板801を成形する。工程(2)でアルミや金等の金属をスパッタリングさせ、反射層802を形成する。別の工程で作成した基板803に紫外線硬化樹脂の接着層804をスピンコートにより塗布し、反射層802をもつ透明基板801と張り合わせた後、高速回転させ張り合わせ間隔を均一にさせる。外部から紫外線を照射することにより硬化し、2枚は固く接着される。工程(4)でCDやDVDのタイトルが印字された印刷層805をスクリーン印刷やオフセット印刷で印刷する。こうして、工程(4)で通常の貼り合わせ型の光ROMディスクが完成する。

【0027】(b) 次に、図4と図5を用いて、マーキング作成工程について説明する。図4において、YAG等のパルスレーザ813を用いて、集束レンズ814によりレーザ光を反射層802近傍に集束させることにより、図5の工程(6)に示すように無反射部815を形成する。即ち、図5の工程(6)において形成された無反射部815から工程(7)の波形(a)に示すように顕著な波形が再生される。この波形をスライスすることにより波形(b)のようなマーキング検出信号が得られ、信号(d)に示すようなアドレス、そして、信号(e)に示すようなアドレス、フレーム同期信号番号、再生クロック数の階層的なマークの位置情報が測定できる。

【0028】尚、ここで、上述したように、図6、図7を用いて、別のタイプのディスク(2層式の張り合わせディスク)について、補足説明を加える。

【0029】即ち、図4、図5は、反射層が片側の基板801にのみ形成されるいわゆる一層式の張り合わせディスクの場合を示していた。これに対して、図6、図7は、反射層が、基板801、803の両方に形成される、いわゆる2層式の張り合わせディスクの場合を示している。両者は、レーザトリミングを行う上で、基本的には、同じ工程(5)(6)で処理されるが、主なる相違点を簡単に説明する。まず、1層式の場合は、反射層が70%以上の高反射率を有するアルミの膜であるのに

対して、2層式の場合は、読みとり側の基板801に形成される反射層801が、30%の反射率を有する半透過性の金(au)の膜であり、印刷層側の基板803に形成される反射層802は、上記1層式の場合と同じものである。次に、2層式の場合は、1層式に比べて、接着層804が、光学的に透明であること、厚みが均一であること、レーザトリミングにより光学的な透明性を失わないこと等の光学的な精密度が要求される。又、図7(7)、(8)、(9)では2層の記録層のディスクの第1層の波形を示す。2層目の波形そのものは1層目の波形に比べて単に信号レベルが低いだけでさほど変わらない。しかし、1層と2層は張り合わせてあるため両者の相対位置精度はランダムであり数百ミクロンの精度でしか制御できない。後で説明するが、レーザビームは2枚の反射膜を貫通しているため、海賊版ディスクをつくるには、例えば第1マークの1層目の位置情報と2層目の位置情報を正規ディスクと同じ値に一致させる必要がある。しかし一致させるには、サブミクロンに近い張り合わせ精度が必要であるため、2層方式の海賊版ディスクの製造は事実上不可能となる。

【0030】ここで、この光学マーキング無反射部作成技術について、以下の(a)～(d)で、張り合わせタイプと単板タイプについて、更に詳しく、図8～図12等を参照しながら説明する。図8(a)、(b)は、光学マーキング無反射部を平面的に見た場合の顕微鏡写真であり、図10は、2層式の張り合わせディスクの無反射部の略示断面模式図である。

【0031】(a)  $5\mu\text{J}$ /パルスのYAGレーザを用いて0.6mm厚のディスクを張り合わせた合計1.2mm厚のROMディスクの0.6ミリの深さにある500オングストロームのアルミ層にレーザを照射したところ、図8(a)の750倍の顕微鏡写真に示すような $12\mu\text{m}$ 幅のスリット状の無反射部815が形成された。この場合、750倍の顕微鏡写真では、無反射部815には、アルミの残りカスは全く確認できなかった。無反射部815と反射部との境界部には2000オングストロームの厚みで、 $2\mu\text{m}$ 幅の厚く盛り上がったアルミ層が観察できた。図10(a)に示すように内部では大きな破損が起こっていないことを確認した。この場合、パルスレーザの照射によりアルミの反射層が溶融し、表面張力により両側の境界部に蓄積される現象が起こっていると考えられる。我々は、これをHMST記録方式と呼ぶ(Hot Melt Surface Tension Recording Method)。この現象は貼り合わせディスク800にのみ観察される特徴的な現象である。更に、図11に、上記レーザトリミングによる無反射部の断面を、透過電子顕微鏡(TEM)により観察した結果を基にした模式図を示す。尚、同図によれば、アルミの膜厚増大部の巾方向領域を $1.3\mu\text{m}$ 、厚みを $0.20\mu\text{m}$ とすると、その部位での増

大アルミの量は、 $1.3 \times (0.20 - 0.05) = 0.195 \mu\text{m}^2$ となる。レーザー照射部領域 ( $10 \mu\text{m}$ ) の半分の領域 ( $5 \mu\text{m}$ ) にあったアルミの量は、 $5 \times 0.05 = 0.250 \mu\text{m}^2$ となる。従って、それらの差を計算すると、 $0.250 - 0.195 = 0.055 \mu\text{m}^2$ となる。これを長さに、換算すると、 $0.055 / 0.05 = 1.1 \mu\text{m}$ となる。このことから、厚みが  $0.05 \mu\text{m}$  のアルミ層が  $1.1 \mu\text{m}$  の長さだけ残留していることになり、事実上、レーザー照射部のアルミはほぼ全部、膜厚増大部に引き寄せられたと考えてよい。このように、同図による解析の結果からも、上記特徴的な現象についての説明が正しいことが分かる。

【0032】(b)次に、単板の光ディスク(1枚の透明基板のディスクにより構成される光ディスク)の場合について説明する。片面の成形ディスクの  $0.05 \mu\text{m}$  厚のアルミの反射膜に同じパワーのレーザーパルスを加えた場合の実験結果を図8(b)に示す。図に示されているようにアルミの残査が残っており、このアルミ残査が再生ノイズになるため、高い密度とエラーの少なさが要求される光ディスクの情報の2次記録用途には適していないことがわかる。又、貼り合わせと異なり図10

(b)に示すように単板ディスクの場合、無反射部がレーザートリミングされる時、必ず保護層862が破損する。破損の程度はレーザーパワーにより様々であるが、レーザーパワーを精密に制御しても破損は避けられない。さらに我々の実験では保護層862の上に数百  $\mu\text{m}$  の厚さでスクリーン印刷された印刷層805が熱吸収率の大きい場合破損された。単板の場合、保護層の破損に対処するため、保護層をもう一度塗布するか保護層を塗布する前にレーザーカットすることが必要となる。いずれにしても単板方式ではレーザーカット工程がプレス工程の中に限定されるという課題が予想される。従って単板ディスクの場合、有効度は高いが、用途が限定される。

【0033】(c)以上は、2層式の張り合わせディスクを用いて、単板のディスクと張り合わせディスクとの比較を説明した。上記説明からわかるように、1層式の張り合せたディスクの場合でも、2層式の場合と同様の効果が得られる。従って、ここでは、図12(a)、

(b)等を用いて、1層式の場合について、更に説明する。図12(a)に示すように反射層802の一方は、ポリカからなる透明基板801で、もう一方は硬化した状態の接着層804と基板により充填された密閉状態となっている。この状態で、パルスレーザーを集束させ加熱すると、反射層802に本実験の場合  $70 \text{ ns}$  の短い時間に  $5 \mu\text{J}$  /パルスの熱が  $10 \sim 20 \mu\text{m}$  の直径の円形のスポットに加わる。このため瞬時に融点である  $600^\circ\text{C}$  に達し熔融状態になる。熱伝導により近接した透明基板801のごく一部が溶け、接着層804も一部が溶ける。図12(b)に示すようにこの状態で熔融したア

ルミは表面張力により、両側に張力が加わるため、溶けたアルミは境界部821a、821bに集まり、集中部822a、822bが形成され再び固まる。こうしてアルミの残査のない無反射部584が形成される。よって、図10(a)に示すように貼り合わせディスクにすることにより、レーザートリミングした場合はっきりとした無反射部584が得られる。単板の場合に発生する保護膜の破壊による外部環境への反射層の露出は、レーザーパワーを最適値より10倍以上上げてみられなかった。レーザートリミングの後、図12(b)に示すように無反射部584は2枚の透明基板801によりサンドウィッチ構造になるとともに両側が接着層804により、外部の環境から遮断されているため環境の影響から保護されるという効果がある。

【0034】(d)さらに、ディスクを2枚張り合わせることによる、他の利点について、説明する。バーコードで二次記録した場合、図10(b)に示すように、単板ディスクでは不正業者が、保護層を除去することによりアルミ層を露出させられる。このため、正規ディスクのバーコード部にアルミ層を再度蒸着し、再度別のバーコードをレーザートリミングすることにより、暗号化されていないデータ部を改ざんされる可能性がある。例えば、ID番号を平文、もしくは主暗号と分離して記録した場合、単板では改ざんされ、他のパスワードでソフトの不正使用が行われる可能性がある。しかし、図10(a)のように貼り合わせディスクに二次記録した場合、貼り合わせディスクを2枚にはがすのは困難である。このことに加えて、はがす時にアルミ反射膜が部分的に破壊される。海賊版防止マーキングが破壊された場合、海賊版ディスクと判別され、作動しなくなる。従って、貼り合わせディスクの場合不正改ざんした場合の歩留りが悪くなり、経済的に不正改ざんが抑制される。特に、2層式の貼り合わせディスクの場合、ポリカ材料は温度湿度の膨張係数をもつため、一旦はがした2枚のディスクの1層と2層の海賊版防止マーキングを数  $\mu\text{m}$  の精度で貼り合わせて量産することは不可能に近い。従って、2層の場合、さらに防止効果は高くなる。こうして張り合わせディスク800にレーザートリミングすることにより鮮明な無反射部584のスリットが得られることが明らかになった。

【0035】以上の説明(a)～(d)で、光学マーキング無反射部の作成技術に関して説明した。

【0036】(c)次に、作成されたマーキング位置の読み取り工程を説明する。図15は、光ディスクの製作過程における、光学マーキング無反射部を検出するための低反射光量検出部586を中心としたブロック部である。又、図16は、低反射部のアドレス・クロック位置検出の原理図である。尚、以下の説明では、便宜上、1枚のディスクから構成された光ディスク上の無反射部を読み取り対象とした場合の動作原理について説明する。

この動作原理は、2枚のディスクを張り合わせた光ディスクの場合にも勿論当てはまる。

【0037】図15に示すように、ディスク800を低反射部位置検出部600を有するマーキング読み取り装置に装着し、マーキングを読み取った場合、ビットの有無による信号波形823と無反射部584の存在による信号波形824は信号レベルが大きく異なるため、簡単な構成の回路で、図9(a)の波形図に示すように明確に区別できる。

【0038】この波形をもつ無反射部564の開始位置と終了位置は、図15のブロック図の低反射光量検出部586によって容易に検出される。そして、再生クロック信号を基準信号とすることにより、低反射部位置情報出力部596において位置情報が得られる。

【0039】図15に示すように、低反射光量検出部586の光量レベル比較器(レベルスライサー)587は光基準値設定部588の中の第2スライスレベル588aの第2スライスレベルの値で光再生信号をスライスし、2値化出力を得る。つまり第2スライスレベルより低い信号レベルのアナログの光再生信号を検出することにより、BCAの低反射光量部を検出する。検出期間中、図16の(5)のような波形の低反射部検出信号を出力する。この信号の開始位置と終了位置のアドレスとクロック位置を測定する。

【0040】さて、光再生信号は、AGC590aをもつ波形整形回路590により、波形整形されデジタル信号となる。クロック再生部38aは波形整形信号より、クロック信号を再生する。復調部591の、EFM復調器592は信号を復調し、ECCは誤り訂正し、デジタル信号が出力される。EFM復調信号は物理アドレス出力部593において、CDの場合サブコードのQビットからMSFのアドレスがアドレス出力部594から出力され、クレーム同期信号等の同期信号が同期信号出力部595より出力される。クロック再生部38aからは復調クロックが出力される。

【0041】低反射部アドレス/クロック信号位置信号出力部596においては、 $n-1$ アドレス出力部597とアドレス信号、そしてクロックカウンタ598と同期クロック信号もしくは復調クロックを用いて、低反射部開始/終了位置検出部599により低反射部584の開始点と終了点を正確に計測する。この方法を図16の波形図を用いて具体的に説明する。図16の(1)の光ディスクの断面図のように、マーク番号1の低反射部584が部分的に設けられている。図16(2)のような反射信号つまり図16(3)のようなエンベロープ信号が出力され、反射部において、光量基準値588より低くなる。これを光量レベル比較器587により検出し、図16(5)のような低反射光量検出信号が低反射光量検出部586から出力される。又、図16(4)の再生デジタル信号に示すように、マーク領域は反射層がない

ため、デジタル信号は出力されない。

【0042】次に、この低反射光量検出信号の開始、終了位置を求めるためには、アドレス情報と図16(6)の復調クロックもしくは同期クロックを用いる。まず、図16(7)のアドレス $n$ の基準クロック605を測定する。 $n-1$ アドレス出力部597により、予め、アドレス $n$ の一つ前のアドレスを検知すると、次のSync604はアドレス $n$ のSyncであることがわかる。このSync604と低反射光量検出信号の開始点つまり基準クロック605までのクロック数をクロックカウンタ598でカウントする。このクロック数を基準遅延時間TDと定義し、基準遅延時間TD測定部608が測定し、記憶する。

【0043】読み取り用再生装置により、回路の遅延時間が異なるためこの基準遅延時間TDは読み取り用再生装置により異なる。そこで、このTDを用いて時間遅れ補正部607が時間補正を行うことにより、設計の異なる読み取り用再生装置においても低反射部の開始クロック数が正確に測定できるという効果がある。次に図16(8)のように次のトラックの光学マークNo. 1に対する開始、終了アドレス・クロック数を求めるとアドレス $n+12$ のクロック $m+14$ が得られる。 $TD=m+2$ であるから、クロック数は12に補正されるが説明では $n+14$ を用いる。この読み取り用再生装置により、基準遅延時間TDを求めなくとも、ばらつく遅延時間の影響をなくすもう一つの方法を述べる。この方法は、図16(8)のアドレス $n$ のマーク1ともう一つのマーク2の相対的な位置関係が一致しているかを照合することにより、正規ディスクかどうかを判別できる。つまり、TDを変数として無視し、測定したマーク1の位置 $a_1=a_1+TD$ とマーク2の位置 $a_2=a_2+TD$ の差を求めると $a_1-a_2=a_1-a_2$ となる。同時に暗号を復号したマーク1の位置 $a_1$ とマーク2の位置情報 $a_2$ の差 $a_1-a_2$ と一致するかを照合することにより正規ディスクかどうかを照合できる。この方式であるとより簡単な構成で基準遅延時間TDのバラつきを補正した上で位置を照合できるという効果がある。

【0044】(D)つぎに暗号書き込み工程を説明する。(C)において読み取られた位置情報は、後の(2)で詳しく述べるようにして暗号化(デジタル署名名化)され、バーコード等の方法で、光ディスクに書き込まれる。その様子を示すのが、図3である。即ち、図3(1)においてパルスレーザにより、反射層がトリミングされ、同図(2)のようなバーコード状のトリミングパターンが形成される。再生装置側(プレーヤ側)では同図(3)のように、波形が部分的に欠落したエンベロープ波形が得られる。欠落部は通常のビットによる信号では発生しない低いレベルの信号を生じさせるので、これを第2スライスレベルのコンパレータでスライスすると同図(4)のような低反射部の検出信号が得ら

れる。同図(5)でこの低反射部検出信号からPWMもしくは後に述べるPE-RZ復調部621により、略号もしくはディスクIDを含む信号が復調される。

【0045】以上は、光ディスク作成側の各種工程について説明した。次に、このようにして、完成した光ディスクをプレーヤ側で再生するための、再生装置(プレーヤ)について、図44を用いてその構成と動作を併せて説明する。

【0046】同図において、最初に光ディスク9102の構成を説明する。光ディスク9102に形成された反射膜(図示省略)には、マーキング9103が施されている。そのマーキング9103の位置が、光ディスクの製造段階において、位置検出手段によって検出され、その検出された位置がマーキングの位置情報として光ディスクに暗号化されて、バーコード9104で書き込まれている。

【0047】位置情報読み取り手段9101は、そのバーコード9104を読み取って、内蔵する復号化手段9105によって、そのバーコードの内容を復号化して出力する。マーキング読み取り手段9106は、マーキング9103の現実の位置を読み取って、出力する。比較判定手段9107は、位置情報読み取り手段9101に内蔵された復号手段9105による復号結果と、マーキング読み取り手段9106による読み取り結果とを比較し、両者が所定の許容範囲内で一致しているか否かを判定する。一致している場合は、光ディスクを再生するための再生信号9108を出力し、一致していなければ、再生停止信号9109を出力する。制御手段(図示省略)は、それらの信号に従って、光ディスクの再生動作を制御し、再生停止信号が出された場合は、不正に複製された光ディスクである旨の表示を表示部(図示省略)に行き、再生動作を停止させる。ここで、マーキング読み取り手段9106は、マーキング9103の現実の位置を読み取る際に、復号化手段9105の復号結果を利用してもちろんよい。

【0048】この様な再生装置によれば、不正に複製された光ディスクを検出して、その再生を停止することが出来、事実上不正な複製を防止出来る。

【0049】ここで、光ディスクの製造からプレーヤ側の再生についての説明を終えて、それらの内容に関連する、付随的事項について説明する。

【0050】(a)低反射部の位置情報リストである低反射部アドレス表について説明する。

【0051】(a)即ち、予め工場において、海賊版防止マーク作成工程により、無作為にレーザーマーキングを形成する。この様にして、形成されたレーザーマーキングは、同じ形状のものは作れない。次の工程では各ディスク毎に低反射部584を上述したようにしてDVDの場合、0.13 $\mu$ mの分解能で測定し、図13(a)に示すような低反射部アドレス表609を作成する。こ

こで、図13(a)は、本実施例により作成される正規のCDの低反射部アドレス表などを表した図であり、図13(b)は、CDが不正複製されたものである場合の図である。この低反射部アドレス表609を図18に示すような一方向関数で暗号化し、図2に示すように、ディスクを最内周部に、バーコード状の反射層のない低反射部群584C~584eを、2回目の反射層形成工程において、記録する。もしくは図14に示すように、CD-ROMの磁気記録部67に記録してもよい。図18は、暗号化に用いる一方向関数によるディスク照合のフローチャートであり、図14は、ディスク作成装置、及び専用の記録再生装置のブロック図である。図13に示すように正規のCDと不正に複製されたCDでは低反射部アドレス表609、609xが大幅に異なる。その要因の1つは、上述したように、レーザーマーキングは、同じ形状のものが作れないからである。更に、ディスクにおいて予め割り当てられたセクタのアドレスが、ディスクの原盤相互間で相違することも両者が大幅に異なる第2の要因である。

【0052】即ち、ここで、図13を参照しながら、マーキングに関して、正規ディスクと海賊版ディスクとで得られる位置情報の違いを説明する。同図では、上記第1、第2の要因が重なっている場合である。又、マーキングは、ディスク上に2つ形成されている。即ち、マーク番号1のマーキングに対して、正規のCDの場合、アドレス表609に示されているように第1マークは、論理アドレスa1のセクタの中の開始点より262番目のクロックの位置にある。1クロックはDVDの場合、0.13 $\mu$ mであるため、この精度で測定されている。次に、海賊版CDの場合、アドレス表609xに示されているように、アドレスa2のセクタの中の81番目のクロックの位置にある。このように、第1マークの位置が正規ディスクと海賊版ディスクでは違うことから海賊版ディスクを発見することができる。同様に、第2マークの位置も異なる。この正規ディスクと位置情報を一致させるには、アドレスa1のセクタの262番目の位置の反射膜を1クロック単位つまり、0.13 $\mu$ mの精度で加工しないと海賊版ディスクは作動しない。

【0053】従って図14のように、再生装置においてこの暗号化された表を復号して、正規の表をつくり、照合プログラム535により照合することにより、正規のディスクと不正複製されたディスクを区別することができ、複製ディスクの動作を停止できる。図16の例では図17に示すように正規のディスクと不正複製されたディスクでは低反射部アドレス表609、609xの値が異なる。図16(8)のように正規ディスクではマーク1の次のトラックでは開始終了はm+14、m+267であるが、図16(9)のように不正複製されたディスクではm+21、m+277となり異なる。こうして図17に示すように低反射部アドレス表609、609x

の値が異なり複製ディスクを判別できる。この低反射部アドレス表609をもつディスクを不法複製業者が複製する場合は、彼らは図16(8)に示すように再生クロック信号の分解能で正確にレーザトリミングを行う必要がある。DVDディスクの場合、図20(5)に示すように再生クロックパルスの周期Tをディスク上の距離に換算した場合0.13 $\mu\text{m}$ になる。従って、不法複製するには0.1 $\mu\text{m}$ のサブミクロンの分解能で反射膜を除去することが要求される。確かに光ディスク用の光ヘッドを用いた場合、サブミクロンの精度でCD-Rのような記録膜に記録できる。しかし、この再生波形は図9(C)のようになり、図9(a)のような特異な波形824は反射膜を除去しない限り得られない。

【0054】(b) 従ってこの反射膜をとり除く海賊版の量産方法としてはYAG等の大出力レーザーを用いたレーザトリミングが1番目の方法として考えられる。現状では最も精度の高い工作用レーザトリミングの加工精度は数 $\mu\text{m}$ しか得られない。半導体のマスク修正用レーザトリミングにおいても1 $\mu\text{m}$ が加工精度の限界であるといわれている。つまり、レーザトリミングでは0.1 $\mu\text{m}$ の加工精度を量産レベルで達成することは難しい。

【0055】(C) 二番目の方法として、現在サブミクロンの加工精度を達成しているのは、超LSIの半導体マスクの加工用のX線露光装置やイオンビーム加工装置が知られているが、非常に高額な装置で1枚あたりの加工時間も要するため、ディスク1枚毎に加工すると1枚のコストは高額なものとなる。従って、現行では殆どの正規ディスクの販売価格を上回るコストとなり、採算がとれなくなり、海賊版ディスクを作る意味がなくなってしまう。

【0056】(d) 以上のように第1の方法であるレーザトリミングでは、サブミクロン加工が困難なため、海賊版ディスクの量産が困難である。又、第2の方法であるX線露光等のサブミクロン加工技術では、1枚あたりのコストがかかりすぎて、経済面で海賊版ディスクの生産が無意味となる。従って、低コストのサブミクロンの量産加工技術が実用化されるまでの間、海賊版の複製は防止される。このような技術が実用化されるのは遠い将来のことであるので海賊版の生産は防止される。また2層ディスクの各層に低反射部を設けた場合、図33に示すように上下のビットを合わせて精度よく貼りあわせないと海賊版ディスクは複製できないため、防止効果はさらに上がる。

【0057】(b) 次に、低反射部のディスク上の配置角度を所定のように特定する事項について説明する。

【0058】本発明では、反射層レベルつまり低反射部マーキングだけで十分な海賊版防止効果がある。この場合、原盤は複製品であっても防止効果がある。しかし、原盤レベルの海賊版防止技術と組み合わせることによ

り、さらに防止効果を高められる。低反射部のディスク上の配置角度を図13(a)の表532aと表609のように特定すると、海賊版業者は原盤の各ビットの配置角度の状態まで正確に複製する必要がある。海賊版のコストが上がるため、抑制効果がさらに上がる。

【0059】(C) 次に、ここで本発明のポイントをまとめる。本発明では正規業者は数十 $\mu\text{m}$ の加工精度の汎用のレーザトリミング装置で加工すれば、正規のディスクが作れる。測定精度には0.13 $\mu\text{m}$ が要求されるが、これは民生用のDVDプレーヤーの一般的な回路で測定できる。この測定結果を略号の秘密鍵で略号化することにより正規ディスクが生産できる。つまり、正規業者は秘密鍵と0.13 $\mu\text{m}$ の測定精度の測定器のみが要求され、要求される加工精度は2~3桁悪い数十 $\mu\text{m}$ である。従って、一般のレーザ加工装置でよい。一方、海賊版業者は、秘密鍵をもっていないため、正規ディスクの略号をそのままコピーせざるを得ない。この略号の位置情報つまり、正規ディスクの位置情報に対応した物理マークを0.13 $\mu\text{m}$ の加工精度で加工する必要がある。つまり正規業者の加工機より2桁高い加工精度の加工機で低反射部マークを作成する必要がある。この2桁高い加工精度つまり、0.1 $\mu\text{m}$ の精度による量産は技術的にも経済的にも近い将来を考えても困難である。このため、海賊版ディスクはDVD規格存続中は防止されることになる。つまり、本発明の一つのポイントは一般的に測定精度が加工精度より数桁高いことを利用している点にある。

【0060】以上のことはCLVの場合、前述のように原盤のアドレスの座標配置が異なることを利用している。図19に実際のCDのアドレスの位置について測定した結果を示す。一般に、ディスク原盤は、一定回転数つまり等角速度(CaV)でモーターを回転させて記録されたものと、一定の線速度つまり等線速度(CL V)でディスクを回転させて記録されたものの2種類がある。CaVディスクの場合、論理アドレスは所定の角度上に配置されるため、論理アドレスと原盤上の物理的配置角度は何度原盤を作成しても全く同じである。しかし、CLVディスクの場合、線速度しか制御しないため、論理アドレスの原盤上の配置角度はランダムになる。図19の実際のCDの論理アドレスの配置測定結果に示すように、全く同じデータを原盤作成装置で記録しても、トラッキングピッチや開始点や線速度が毎回微妙に違い、この誤差が累積されるため、物理的配置が異なる。図19では、第1回目に作成した原盤の各論理アドレスのディスク上の配置を白丸で示し、第2回目、第3回目に作成して原盤の配置を黒丸、三角で示す。このように原盤を作成する毎に論理アドレスの物理配置がことなることがわかる。尚、図17は、正規のディスクと不正複製されたディスクの低反射部アドレス表の比較図である。

【0061】以上、原盤レベルの防止方式を述べた。これは、同じ論理データから原盤作成装置を用いてCDやDVDのようなCLV記録の原盤を作成した場合、図19に示すように、正規ディスクと海賊版ディスクでは、各ビットの原盤上の物理的配置が原盤毎に異なる。この点に若目して正規ディスクと海賊版ディスクの識別を行うものである。原盤レベルの海賊版防止技術は単純に正規ディスクのデータのみを複製した論理レベルの海賊版を防止できる。しかし、最近ではより高度の技術をもつ海賊版業者が登場し、正規ディスクのポリカ基板を溶かすことにより、正規ディスクと全く同じ物理形状のレプリカの原盤を作成することが可能となっている。この場合、原盤レベルの海賊版防止方式は破られてしまう。この新たな海賊版ディスクの生産を防止するため、本発明では反射膜にマーキングする反射層レベルの海賊版防止方式を考案した。

【0062】さらに、本発明の方法では、上述のように、例えば原盤が同じでも、原盤を用いて成形されたディスク一枚毎に反射膜作成工程で反射膜を一部除去することによりマーキングを作成する。従って、ディスク毎に低反射部マーキングの位置や形状が異なる。サブミクロンの精度で正確に反射膜を部分的に削除することは、通常工程では不可能に近い。従って本発明のディスクを複製することは経済的に成立しないため、複製防止の効果は高い。

【0063】尚、図19に低反射部アドレス表による複製CDの検出フローチャート図を示す。再生装置の光ヘッドや回路等の設計により、光マークの検出に要する遅延時間が、ごくわずかであるが異なる。この回路遅延時間TDは設計時点もしくは量産時点で、予測できる。光マークはフレーム同期信号からのクロック数つまり時間を測定して位置情報を得る。このためこの回路遅延時間の影響により、光マークの位置情報の検出データに誤差が生じる。すると正規のディスクまで海賊版ディスクであると判定してしまい正規の使用者に迷惑を与える。そこで、回路遅延時間TDの影響を軽減する工夫を述べる。又、ディスクの購入後について、再生クロック信号が途切れるため光マークの位置情報の測定値に数クロックの誤差が生じることから、これについての対策として、ディスクに図20の許容誤差866と合格回数867を記録し、再生時における測定値の許容誤差を実状に応じて認めるとともに、合格回数867に達した時点で、再生を許可することによりディスクの表面の傷による誤差の許容範囲をディスクの出荷時に著作権者がコントロールできる工夫を図19を用いて説明する。

【0064】即ち、図19において、ステップ865aでディスクを再生して、本発明のバーコード記録部もしくはビット記録部より暗号化された位置情報を入力する。ステップ865bで復号もしくは署名検証を行い、ステップ865cで光マークの位置情報リストを得る。

次に再生回路の遅延時間TDが再生装置の図15の回路遅延時間記憶部608aの中に入っている場合はステップ865hより、TDを読み出し、ステップ865xへ進む。TDが再生装置にない時、もしくはディスクに測定命令が記録されている時は、ステップ865dに進み基準遅延時間の測定ルーチンに入る。アドレスNs-1を検知すると次のアドレスNsの開始位置がわかる。フレーム同期信号と再生クロックをカウントし、ステップ865fで基準の光マークを検知する。ステップ865gで回路遅延時間TDを測定し、記憶する。なお、この動作は図16(7)を用いて後述する動作と同じである。ステップ865xでアドレスNmの中にある光マークを測定する。ステップ865i, 865j, 865k, 865mにおいてはステップ865d, 865y, 865f, 865yと同様にして、光マークの位置情報をクロック単位の分解能で検出する。次にステップ865nで、海賊版ディスクの検知ルーチンに入る。まず、回路遅延時間TDを補正する。ステップ865pで、図20に示すディスクに記録されている許容誤差866つまりtaと合格回数867を読み出し、ステップ865gで測定した位置情報が許容誤差taの範囲に収まっているかを照合する。ステップ865rでこの結果がOKなら、ステップ865sで、照合したマーク数が合格回数に達したかをチェックし、OKならステップ865uで正規ディスクと判別し、再生を許可する。まだ、合格回数に達していない場合はステップ865zへ戻る。ステップ865rでNOの場合は、ステップ865fで誤検出回数がNaより少ないかをチェックしOKの場合のみ、ステップ865sへ戻る。OKでない時は、ステップ865vで不正ディスクと判定して停止する。

【0065】以上のようにして、再生装置の回路遅延時間TDを1CのROM内に記録してあるので、より正確に光マークの位置情報が得られる。又、ディスクのソフト毎に許容誤差866と合格回数を設定することにより購入後のディスクについての偽に対して、実態に合わせて海賊版ディスクの判定基準を変更できるので、正規ディスクを誤判別する確率が低くなるという効果がある。

【0066】(D)ここで、2枚のディスクを張り合わせた光ディスクにおける光学マーキング無反射部の読み取りに関する説明における、上記動作原理では、触れなかった点を中心として述べる。

【0067】即ち、図16のように開始位置のアドレス番号、フレーム番号、クロック番号が1μm単位の分解能つまり、DVD字格においては一般プレーヤーで0.13μmの分解能で本発明の光学マークを正確に測定できる。図16の光学マークのアドレスの読みとり方法をDVD規格に適用したものを図20と図21に示す。図16と同じ動作原理であるため図20、図21の信号(1)(2)(3)(4)(5)の説明は省略する。

【0068】ここで、CDの場合の低反射部の位置検出

原理図である図16と、DVDの場合の図20、図21との対応について述べる。

【0069】図16(5)は、図20(1)、図21(1)に対応する。図16(6)の再生クロック信号は、図20(5)、図28(5)に対応する。図16(7)のアドレス603は、図20(2)、図21(2)に対応する。

【0070】図16(7)のフレームSync604は、図20(4)、図28(4)に対応する。図16(8)の開始クロック番号605aは、図20(6)の再生チャンネルクロック番号に対応する。図16(7)の終了クロック番号606に代えて、図20(7)、図21(7)では6bitのマーキング長を用いてデータの圧縮を計っている。

【0071】図示するようにCDとDVDでは基本的に検出動作は同じであるが、第1の違いとして図20(7)の1bitのマークの層識別子に603aに示すように、低反射部が1層であるか、2層であるかの識別子が入っている点異なる。DVDの2層の場合、上述のように防止効果が高まる。第2の違いとして線記録密度が倍近く高いため、再生クロックの1tが0.13μmと短くなり、より位置情報の検出分解能が上がり、防止効果が高い。

【0072】図20の場合、2層の反射層をもつ2層式の光ディスクを用いた場合の一層目の信号を示し、信号(1)は1層目の光学マークの開始位置を検出した状態を示す。図21は2層目の信号の状態を示す。

【0073】2層目を読み出す時は、図15の1層2層部切換部827より焦点制御部828に切り換え信号を送り1層から2層へ焦点駆動部829により焦点を切り換える。図20からアドレス(n)であることがわかり、信号(4)のフレーム同期信号をカウンタでカウントすることにより、フレーム4にあることがわかる。信号(5)のPLL再生クロック番号がわかり、信号(6)の光学マーキング位置データが得られる。この位置データを用いて、一般の民生用DVDプレーヤで光学マークを0.13μmの分解能で測定することができる。

【0074】(E)次に、2枚のディスクを張り合わせた光ディスクのさらに関連事項を説明する。

【0075】図21は、2層目にできた光マーキングのアドレス位置情報を示す。図7の工程(b)で示したように、レーザー光は1層、2層を貫通させて同じ穴で開けるため、第1層の反射層802にできた無反射部815と第2反射層825にできた無反射部826とは同じ形状をしている。この状態を図33に表わした斜視図で示す。本発明では透明基板801と第2基板803を張り合わせた後にレーザーを貫通させて2層に同じマークを作成する。この場合、1層と2層はビットの座標配置が異なることと、貼り合わせ時の1層、2層間の位置関係

はランダムであるため、1層と2層では各々異なるビット部にマークが形成され、全く異なる位置情報が得られる。この2つの位置情報を暗号化して海賊版防止ディスクを作成する。このディスクを不正に複製しようとした場合、各々2層の光学マークを0.13μm程度の精度で一致させる必要がある。前述のように0.13μmつまり0.1μmの精度で光マークで光マークとビットを一致させて複製することは現状では無理であるが、将来、低コストで0.1μmの加工精度で1層ディスクを大量にトリミングできる量産技術が実現する可能性はある。この場合でも2層貼り合わせディスク800の場合、上下2枚のディスクが同時トリミングされるので、上下2枚のビット配置および光学マークを数μmの精度で合わせる必要がある。しかし、ポリカ基板の温度係数等によりこの精度で張り合わせることは、不可能に近い。このため2層のディスク800にレーザーを貫通させ光学マークを作成した場合、複製が著しく困難な海賊版防止マークが得られる。このため海賊版防止効果が高くなるという効果が得られる。

【0076】以上のようにして、海賊版防止処理が施された光ディスクが完成する。この場合、海賊版防止用途の場合、単板のようにディスク工程とレーザーカット工程が分離できない場合、レーザーカット工程と一体となった暗号化工程及び暗号の秘密鍵の処理はディスク工場の中で行うことになる。つまり、単板方式はソフト会社のもつ暗号用の秘密鍵をディスク工場に渡す必要があり、暗号の機密性が大幅に低下する。これに対し、本発明の1つの対応である貼り合わせディスクにレーザー加工する方式はレーザートリミングがディスク製造工程とは完全に分離できる。従って、ソフトメーカーの工場でもレーザートリミングと暗号化作業が行なえる。ディスク工場にソフトメーカーがもつ暗号の秘密鍵を渡す必要がなく、暗号の秘密鍵がソフトメーカーの外部に出ないため、暗号の機密性が大幅に向上する。

【0077】図23は本発明のレーザー記録装置のブロック図を示し、図24(1)は本発明のRZ記録を符号化した信号を示す。図25は従来のバーコードフォーマットで符号化した信号を示す。本発明では図24(1)に示すようにRZ記録を用いている。これは、一つの単位時間を複数のタイムスロット例えば第1タイムスロット920aと第2タイムスロット921、第3タイムスロット922等に分けデータが“00”の時は図24(1)に示すようh第1タイムスロット920aに、タイムスロットの周期つまりチャンネルクロックの周期Tよりも狭い時間巾の信号924aを記録する。記録クロックの周期Tより狭いパルス924aがt=T1とt=T2の間に出力される。この場合図24(1)に示すようなモーター915の回転センサー915aの回転パルスによりクロック信号部913によりクロックを発生させ、同期させて記録するとモーターの回転ムラの影響は

なくなる。こうして、図24(2)に示すように、ディスク上には4つの記録領域のうち1番目の記録領域925aの中に“00”を示す923aが記録され図27(1)のような円形バーコードが形成される。

【0078】次にデータが“01”の時は図24(3)に示すように第2のタイムスロット921bにパルス924bが $t=T/2$ から $t=T/3$ の間に記録される。こうして、ディスク上には、図24(4)に示すように左から2番目の記録領域926bにストライプ923bが形成される。

【0079】次に、“10”、“11”のデータを記録する時は、各々第3タイムスロット922a、第4タイムスロットに記録する。

【0080】ここで従来のバーコード記録で用いられているNRZ記録を図25を用いて説明する。NRZの場合、図25(1)に示すようにタイムスロット920aの間隔Tと同じ巾のパルス928aと928bを出力させる。RZの場合、一つのパルス巾で、 $1/nT$ のパルス巾のみでよかったのが、NRZの場合Tの広い巾のパルスが必要で、さらにTが連続した場合、図25(3)に示すように2T、3Tの2倍、3倍巾のパルスが必要となる。本発明のようなレーザートリミングの場合、レーザーのトリミング巾を変えるには設定を変更する必要があるため現実的には困難であり、NRZは適していない。図25(2)のように、左から一番目と三番目の記録領域925aと927aにストライプ929a、929bが形成され、“10”のデータの場合は図25

(4)のように左から2番目と3番目の記録領域926bと927bに2Tの巾のストライプ929bが形成される。

【0081】従来のNRZ記録の場合、図25(1)

(3)に示すようにパルス巾は1T、2T、であるため本発明のレーザートリミングには適していないことがわかる。本発明のレーザートリミングによるバーコード形成の場合、図8(a)の実験結果の図に示したように形成されるが、トリミングの線巾はディスク毎に変動し、精密に制御することは難しい。ディスクの反射膜をトリミングする場合、パルスレーザーの出力変動と、反射膜の厚さと材質、基板の熱電導率や厚さの変動によりトリミングの線巾は変動するからである。次に同一ディスク上に線巾の異なるスロットを設けることは記録装置を複雑にさせる。例えば図25(1)(2)に示すように商品バーコードで用いられているNRZ記録の場合、トリミングの線巾は正確にクロックの周期1もしくは2T、3Tつまり $nT$ に合わせる必要がある。特に2T、3T多種類の線巾をバー毎に変化させて記録することは難しい。従来の商品用のバーコードのフォーマットはNRZであるため本発明のレーザーバーコードに適用するとまず2T、3Tの異なる線巾を同一ディスク上に正確に記録することは難しいため歩留りが低下する。次に、

レーザートリミングの巾が変動するため安定して記録できない。このため、復調が困難となる。本発明のように、RZ記録することにより、まずレーザーのトリミング巾が変動しても、デジタル記録が安定してできるという効果がある。次にRZ記録では線巾が1種類だけでよいのでレーザーパワーの変調をする必要がないため、記録装置の構成が簡単になるという効果がある。

【0082】以上のように本発明のディスク用のレーザーバーコードの場合、RZ記録を組み合わせることににより、安定してデジタル記録ができるという効果がある。

【0083】次にRZ記録とフェーズエンコード(略してPE)変調した実施例を図26に示す。図26は、図24のRZ記録をPE変調させた場合の信号とストライプ配置を示す。まず、“0”のデータを記録する場合、2つのタイムスロット920a、921aのうち左のスロット920aへ、データが“1”の時は図26(3)のように右のスロット921bに信号を記録する。ディスク上には図26の(2)と(4)に示すように“0”のデータの場合は左の記録領域925a、“1”のデータは右の記録領域926bにストライプ923a、923bとして記録される。こうして、“010”のデータの場合、図26(5)に示すようにパルス924cが左つまり“0”、パルス924dが右つまり“1”、パルス924eが左つまり“0”のタイムスロットに出力され、ディスク上にはストライプが左、右、左の位置にレーザーによりトリミングされる。図26(5)に“010”のデータを変調した信号を示す。これをみるとわかるように、各々のチャンネルビットに必ず、信号が存在する。つまり信号密度は常に一定であり、DCフリーである。このようにPE変調はDCフリーであるため再生時にパルスエッジを検出しても低周波成分の変動に強い。従って再生時のディスク再生装置の復調回路が簡単になるという効果がある。また、チャンネルクロック2T毎に必ず、1ヶの信号923があるため、PLLを使わなくても、チャンネルクロックの同期クロックを再生できるという効果がある。

【0084】こうして、図27の(1)に示すような円形バーコードがディスク上に記録される。図27の

(4)の記録データ“01000”を記録した場合本実施例のPE-RZ変調では(3)の記録信号と同じパターンのバーコード923aが(2)のように記録される。このバーコードを再生装置の、光ピックアップで再生すると、実施例1で説明したようにビット変調信号の一部が、バーコードの反射層欠落部により、反射信号がなくなり、(5)の再生信号のような波形が出力される。この信号を図35(a)に示す2次もしくは3次のLPFフィルタ943を通すことにより、(6)のフィルタ通過後の波形の信号が得られる。この信号をレベルスライサーでスライスすることにより、(7)の再生データ“01000”が復調される。

【0085】さて本発明の光ディスクの特徴を再度述べると、図10(a)(b)で説明したように単板のディスクにレーザートリミング記録をした場合図10(a)のように保護層が破壊される。従ってトリミング後に工場で保護層を再度形成する必要がある。従ってソフト会社や販売店でバーコード記録することができない。このため用途が大きく限定されるという課題が予想される。

【0086】一方、2枚の透明基板のディスクを貼り合わせた張り合わせディスクに本発明のレーザートリミングした場合は図10(b)に示すように保護層804が殆ど残っていることを実験を行い800倍の光学顕微鏡で観察することにより確認した。また96時間、温度85度、湿度95%の環境試験後もトリミング部の反射膜に変化がないことも確認した。このようにDVDのような張り合わせディスクに本発明のレーザートリミングを適用することにより工場で保護層を付け直す必要がないためプレス工場以外、例えばソフト会社や販売店でバーコードをトリミング記録できるという大きな効果がある。この場合ソフト会社の暗号の秘密鍵の情報が社外に出す必要がなくなりバーコードにセキュリティ情報、例えばコピー防止用のシリアル番号を記録する場合、セキュリティが大きく向上する。また、後で述べるようにトリミング線巾をDVDの場合14Tつまり1.82ミクロン以上に設定することによりDVDのビット信号と分離できるためDVDのビット記録領域の上に重畳して記録することができる。このようにDVDのように張り合わせディスクに本発明のトリミング方法と変調記録方法を適用することにより工場出荷後に、二次記録できるという効果がある張り合わせ型の光ディスクが実現する。

【0087】特に張り合わせ型の両面光ディスクにトリミングした場合、レーザーは各面の2枚の反射膜を同時に貫通する。このため一度に両面にバーコードが形成できるため1回の工程で両面が記録できるというメディア製造上の効果がある。この場合再生装置側では裏面では逆方向のバーコード信号が再生されるため裏面を識別する方法が求められるが後で詳しく述べる。

【0088】では、まず図23のレーザートリミングの記録回路の動作を説明する。シリアル番号発生部908から発行されたID番号と入力データは入力部909内で合成され、暗号エンコーダ830で必要に応じてRSA関数等により署名もしくは暗号化され、ECCエンコーダ927によりエラー訂正符号化とインターリーブがかけられる。

【0089】RZ変調部910により、後で述べるフェーズエンコーディング(PE)-RZ変調が行われる。この場合の変調クロックはモータ915もしくは回転センサ915aからの回転パルスに同期してクロック信号発生部913において作られる。

【0090】RZ変調信号はレーザー発光回路911によりトリガーパルスが作成され、レーザー電源回路929

により確立されたYAG等のレーザー912に入力され、パルス状のレーザーが発光し、集光部914により貼り合わせディスク800の反射膜802上に結像され反射膜がバーコード状に除去される。誤り訂正方式に関しては後で詳しく述べる。暗号方式は図18のような公開鍵暗号をシリアル番号をソフト会社のもつ秘密鍵で署名する。この場合ソフト会社以外のものは秘密鍵を持たないため新たなシリアル番号を署名できないためソフト会社以外の不法な業者のシリアル番号の発行を防止できるという大きな効果がある。この場合前述したように公開鍵は逆解読できないため安全度は高い。このため再生機側に公開鍵をディスクに記録して伝達しても偽造は防止される。

【0091】ここで記録装置の集光部を詳しく述べる。図28(a)に示すように、レーザー912からの光は、集光部914に入光し、コリメータ916で平行光としシリンドリカルレンズ917により光ディスクの円周方向の一方方向だけ集束し、半径方向に長いストライプ状の光となる。この光をマスク918により、カットし、集束レンズ919により、光ディスクの反射膜802上に結像させ、ストライプ状に除去する。この場合、図28ではマスク918は4方向を制限している。しかし実際は、ストライプの長手方向の内周側の1方向を制限するだけでよい。こうして図28(b)のようにストライプが形成される。PE変調の場合、ストライプの間隔は1T、2T、3Tの3種が存在し、この間隔がずれるとジッターが発生し、エラーレートが上がってしまう。本発明ではモータの915の回転パルスに同期させてクロック発生部913が変調クロックを発生し、変調部918へ送るので、モータの915つまりディスク800の回転に応じて正確な位置にストライプ923が記録されるためジッターが低減されるという効果がある。なお、図3の(1)に示すようにレーザーのスキヤニング手段950を設け、連続発振レーザーを半径方向にスキヤニングし、バーコードを形成することもできる。

【0092】ここで、フォーマットの特長を述べる。図30に示すように、DVDディスクの場合、全データはCLVで記録されている。

【0093】しかし、本発明のストライプ923はCLV記録されたアドレスが記録されたリードインデータ領域のプリビット信号に重畳してCaVで記録されている。つまり重ね書きである。このようにCLVデータは原盤のビットパターンで、CaVデータはレーザーによる反射膜の欠落部で記録されている。重ね書きであるためバーコード状のストライプの1T、2T、3Tの間にはビットが記録されている。このビットの情報を利用して、光ヘッドのトラッキングが可能となり、ビットの情報のTmaxもしくはTminが検出できるので、この信号を検出してモータの回転速度制御がかけられる。

$T_{min}$ を検出するためには、図30に示すようにストライプ923aのトリミング巾 $t$ とビットのクロック $T$  ( $pit$ )の関係は $t > 14T$  ( $pit$ )であれば、上記の効果が出る。 $t$ が $14T$ より短いと同じパルス巾となるため弁別できないため復調できなくなる。またビットのアドレス情報をストライプと同じ半径位置で読むには、図32に示すようにアドレス領域944の長さがビット情報の1フレーム以上設けているため、アドレス情報が得られ、トラックジャンプが可能となるという効果がある。また図36に示すようにストライプと非ストライプの比率つまりデューティ比を50%以下の $T(S) < T(NS)$ とすることにより、実質的な反射率が6dB下がるだけであるので、光ヘッドのフォーカスが安定してかかるという効果がある。ストライプの存在により、プレーヤによってはトラッキング制御できない機種もあるが、CaVデータであるストライプ923はモータ17のホール素子等からの回転パルスを用いて回転制御をかけてCaV回転をさせ、光ピックアップにより、再生することができるという効果がある。

【0094】この場合ストライプ領域で光トラックのビットデータが正常に再生されない場合における動作手順のフローチャートを図31に示す。ステップ930aでディスクが挿入されると、まずステップ930bで内周部に光ヘッドを移動する。すると図30のストライプ923の領域に達する。

【0095】ここではストライプ領域923のビットデータは全てのビットを正常に再生することはできない。従ってCLVの場合、行われている位相回転制御はできない。ステップ930cではモーターのホール素子の回転センサーやビット信号の $T(MAX)$ もしくは $T(MIN)$ や周波数を測定することにより回転速度制御をかける。ステップ930dでストライプがない時はステップ930fへジャンプする。ストライプがある場合はステップ930dでバーコードを再生し、ステップ930eでバーコードの再生を完了するとステップ930fでストライプのない外周部に光ヘッドを移動する。この領域はストライプがないため、ビットが完全に再生されて正常にフォーカスとトラッキングサーボがかかる。ビットの信号が再生できるので、通常の回転位相制御ができ、CLV回転となる。このため、ステップ930hで、ビット信号が正常に再生される。

【0096】このように回転速度制御とビット信号による回転位相制御の2つの回転制御を切り替えることにより、バーコードのストライプのデータとビット記録されたデータの異なる2種類データが再生できるという効果がある。この場合切り替える手段としては、ストライプは最内周部にあるので、光ヘッドのストッパーやビット信号のアドレスにより光ヘッドの半径位置を測定することにより、切り替えることにより確実に回転制御を切り替えることができる。

【0097】ここで、図41、図42、図43を用いて、回転角度制御を実現する方を述べる。図41はビット信号の $T_{max}$ を検出して回転角度制御をかける場合のブロック図を示す。光ヘッドからの信号は波形成形された後、エッジ間隔計測手段953により、ビット信号のパルス間隔を計測される。 $t_0$ の基準値発生手段956 Sync信号より大で、バーコード信号より小さいパルス巾の基準値情報 $t_0$ を発生するので、この情報と再生信号のパルス巾 $TR$ とが比較手段954で比較され、基準値 $T_s$ より小さく、メモリ手段の中の $T_{max}$ より大きい場合のみ、 $TR$ をメモリ手段955へ送り、 $T_{max}$ とする。この $T_{max}$ を基準として、コントローラ957はモータ駆動回路958を制御し、 $T_{max}$ を基準としたモーターの回転速度制御ができる。本発明の場合、図9(a)に示すように、3~10 $\mu s$ の周期のパルスが、バーコードストライプにより、多数個発生する。SyncパルスはDVDの場合14T、つまり1.82 $\mu m$ である。一方バーコードストライプは15 $\mu m$ である。 $T_{max}$ 制御の場合Syncパルスより長いバーコードパルスを $T_{max}$ と判定し誤検出してしまう。第41図のように基準値 $t_0$ と比較し、基準値より大きい信号を除去することにより、正常の回転速度の回転速度制御が、バーコードストライプ領域を再生中も可能となる効果がある。この場合図30に示すように $t > t_0 > 14T$ に設定する。

【0098】次に図42を用いて $T_{min}$ 方式検出の回転速度制御方法を述べる。図42の $T_{min}$ の場合、エッジ間隔検出手段953からのパルス情報 $TR$ は比較手段954aにおいて、メモリ手段955aの中の $T_{min}$ と比べられ、 $TR < T_{min}$ ならば、ストローパルスが発生し、メモリの中の $T_{min}$ は置き換わる。

【0099】この場合、バーコードパルスは前述のように3~10 $\mu m$ 、一方 $T_{min}$ は0.5~0.8 $\mu m$ である。従って、バーコード領域を再生してもバーコードパルスは必ず $T_{min}$ より大きいので、 $TR < T_{min}$ の条件を満たさない。従って $T_{min}$ の方式の回転速度制御とバーコード読み取り手段959を組み合わせることにより、バーコードを再生しながら、同時に $T_{min}$ による回転速度制御を安定にかけられるという効果がある。この場合発振器クロック956により、エッジ間隔を検出するとともに、バーコード読み取り手段959の復調の基準クロックを得ることにより、回転と同期してバーコードを復調できる効果がある。

【0100】次に第43図を用いて回転位相制御モードと回転速度制御モードをモードスイッチ963で切り換える方法を述べる。

【0101】図31のステップ930b、930cで説明したように、まず内周部に光ヘッドを移動すると同時にモードスイッチ963をaに切り換える。この場合、ピックアップ(PU)位置センサ962等により、移動

手段964により移動した光ヘッドの半径位置が内周にきたことを検知した場合、モードスイッチ963をaに切り換えてもよい。

【0102】次に回転速度制御モードに入った時の動作を説明する。モータからのモータ回転周波数 $f_m$ 第2発振器968の周波数、 $f_2$ とを第2周波数比較器967で比較し、誤差信号をモータ駆動回路958へ送り、モータ969を制御することにより回転速度制御される。この場合Cav回転するためバーコードストライプが再生できる。図31のステップ930eに示すようにバーコードの再生が完了すると、移動手段964により外周部にヘッドを移動するとともに、PU位置センサ962等からの信号により、モードスイッチ963をbの回転位相制御モードに切り換える。

【0103】回転位相制御モードでは、光ヘッドからのビット信号にクロック抽出手段960によりPLL制御かける。第1発振器966の周波数 $f_1$ と再生同期信号の周波数 $f_s$ との周波数の比較を第1周波数比較器965で比較し、差信号をモータ駆動回路958に送る。これにより、回転位相制御モードに入る。ビット信号によるPLLの位相制御のため、 $f_1$ の同期信号に同期したデータが再生される。第43図の方式のように回転位相制御と回転速度制御を切り替えないで、回転位相制御でバーコードストライプ領域に光ヘッドを移動させた場合、ストライプにより位相制御ができないためモータが暴走したり、エラーが発生し、モータが停止したりして、トラブルが生ずる。回転モードを切り替えることにより、バーコードを安定して再生できるだけでなく、上述の回転トラブルを回避できるという大きな効果がある。

【0104】図28の方式の場合、発光パルスの最小間隔は1tであるから、レーザーの周波数を $f_L$ とすると $f_C = 1/f_L$ の発光周波数のレーザーが必要となる。この場合、1秒間に $f_L/2$ 本、記録できる。しかし、図30のように光偏向器931を用いると発光パルスの最小間隔は2tでよくなるため発光周波数が $f_L = 1/2t$ となり、半分の周波数のレーザーでよい。従って同一の周波数のレーザーを用いた場合、光偏向器931を用いると倍の本数、つまり1秒間に $f_L$ 本、記録できるため生産のタクトを2倍に向上できるという効果がある。

【0105】図29を用いて光偏向器931を用いた2倍のタクトの装置("スイッチ記録"と呼ぶ)の動作を図28と異なる部分を中心に説明する。

【0106】a0等の光偏向器931により、ビームはメインビーム945とサブビーム946にスイッチされる偏向信号がONの時サブビーム946にスイッチされ、サブスリット932bを通り、副ストライプ934が形成される。つまり"0"の時は通常のストライプ933が形成される。"1"のデータを記録する時のみ、図2

9(b)のように偏向信号がONし、光偏向器931により、サブビーム946に切り替わり、サブストライプ934の位置にストライプが記録される。こうしてディスク上には(b)に示す様な"0"のストライプ933a、933bと"1"のストライプ934aが形成される。この場合、レーザーの発光パルスは2t毎でよいため図28の場合に比べて半分の周波数のレーザーでよい。つまり、前述のように同一の周波数のパルスレーザーを用いた場合、2倍のクロックでストライプを形成できるため、生産性が2倍になるという効果がある。

【0107】ここで、図34の同期符号のデータ構成を用いて図29で説明したスイッチ記録に適したフォーマットを述べる。

【0108】図34(a)の固定パターンは"01000110"である。通常は0と1が同じ数の"01000111"等が一般的であるが、本発明ではあえて、このデータ構成にしている。この理由を述べる。図29のスイッチ記録をするには、まずすべての信号が1tに1ヶ以上パルスが入ってはいけない。データ領域は図33(a)に示す様にPE-RZ記録のため、スイッチ記録が可能である。しかし図34(a)の同期符号はイレギュラーなチャンネルビットを配置するため、通常の方法では1tに2ヶパルスが存在する可能性があり、この場合、本発明のスイッチ記録ができない。本発明では図37に示す様に例えば、"01000110"にしてある。従ってT1では右の1パルス、T2では0パルス、T3では右の1パルス、T4では左の1パルスとなり、各タイムスロットでパルスが2ヶになることはない。従って本発明の同期符号の採用によりスイッチ記録が可能となり、生産速度を倍に向上できるという効果がある。

【0109】次に再生装置に関して述べる。図15は前に説明した再生装置のブロック図である。復調に絞リ再度説明する。ストライプの信号出力はまず、LPF943によりビットによる高周波成分が除去される。DVDの場合 $T = 0.13\mu m$ の最大14Tの信号が再生される可能性がある。この場合図35(a)に示す2次又は3次のチェビホフ形ローパスフィルタにより、分離できることを実験で確認した。つまり2次以上のLPFを使えばビット信号とバーコード信号が分離でき、安定してバーコードを再生できるという効果がある。図35

(b)に最悪ケースのシミュレーション波形を示す。

【0110】このように2次以上のLPF943を用いることにより、ビット再生信号をほぼ除去してストライプ再生信号を出力できるので、確実にストライプ信号を復調できるという効果がある。

【0111】次に図15に戻りこうしてPE-RZ復調942においてデジタルデータが復調される。このデータはECCデコーダ928においてエラー訂正される。デインタリーブ部928aで、インタリーブが解除され、RSデコーダ928bにむいてリードソロモン符号

の演算がなされ、エラー訂正される。本発明では図33(a)のデータ構成に示す様に、インターリーブとリードソロモンエラー訂正符号化が記録の時に図1に示すようにECCエンコーダ927を用いてなされている。従ってこのデータ構成をとることにより図33(b)に示すようにディスク10の7乗枚に1枚のエラーしか発生しない。このデータ構成はCodeのデータ長を小さくするために4々の同期符号毎に1つSync CodeをつけたことによりSync Codeの1/4の種類になり、効率が上がる。ここで、図33を用いて、データ構成のスケラビリティについて述べる。本発明では、図34(C)の例に示すように、記録容量を例えば12bから188bの範囲で16b単位で任意に増減できる。図33(C)に示すように $n=1$ から $n-12$ まで変更できる。例えば図33(b)に示すように $n-1$ の時は、データ行951a、b、c、dの4行あるだけで次にECC行952a、b、c、dとなる。951dはEDCの4bとなる。そして951eから951zまでのデータ行は全て0が入っているものとして、エラー訂正符号の演算が行われる。こうしたECCのエンコードが図1の記録装置のECCエンコーダ927でなされてバーコードとしてディスク上に記録される。 $n=1$ の場合12bのデータがディスク上の51度の角度に記録できる。同様にして $n=2$ の場合18bのデータが記録でき、 $n=12$ の時、271bのデータがディスクの336度の角度範囲に記録できる。

【0112】本発明の場合、このスケラビリティは意味がある。レーザー[grミリングの場合、生産タクトが重要となる。1本1本トリミングするため低速の装置では、最大容量の数千本を記録するのに十秒以上必要とする。ディスクの生産タクトは4秒であるので、生産のタクトが下がってしまう。一方本発明の用途は当初はDisk ID番号が主体となり10b程度でよい。10b書くのに271b記録するのはレーザーの加工時間が6倍に増えるので、生産コストが上がる。本発明のスケラビリティ方式を用いることにより、生産コストと時間が削減される。

【0113】なお、図15に示す再生装置側ではECCデコーダ928の内部において、例えば第33(b)に示す $n=1$ の場合は、データ行951eから951zまで全て0のデータが入っているとみなして、ECCのエラー訂正演算をすることにより、同じプログラムで12bから271bのデータをエラー訂正できるという効果がある。

【0114】図36に示すようにストライプによるパルスの幅を1tの場合で約1/2にとっている。従って3Tがあるため平均するとストライプの比率は1/3以下になる。このことにより、標準反射率70%のディスクで2/3、つまり約50%になり、一般ROMディスクプレーヤでも再生できるという効果がある。

【0115】次に再生手順について図38のフローチャートを用いて説明する。まずディスクが挿入されるとステップ940aでTOC(Control Data)を再生する。図30に示すように本発明の光ディスクにはTOC領域936のTOCにはストライプ有無識別子937がビット信号で記録されているため、コントロールデータを再生した時点で、ストライプが記録されているかどうか分かる。ステップ940bでストライプ有無識別子が0の時はステップ940fへ進み、回転位相制御を行い通常のCLV再生を行う。ステップ940bで有無識別子937が1の時はステップ940hでストライプが再生面と逆の面、つまり裏面に記録されているかを示す。裏面存在識別子948があるかどうかをチェックし、裏面ならステップ947iへ進み、光ディスクの裏面の記録面を再生する。自動的に裏面を再生できない場合は、裏面再生指示を出力し表示する。ステップ940hで再生中の面にストライプが記録されていることがわかった場合は、ステップ940cに進み、さらに内周部のストライプ領域923にヘッドを移動し、ステップ940dで回転速度制御に切り替えてCaV回転させストライプ923を再生する。ステップ940eで完了ならステップ940fで、再び回転位相制御に切り替えてCLV再生をし外周部に光ヘッドを移動し、ビット信号のデータを再生する。

【0116】このようにTOC等のビット領域にストライプ有無識別子937が記録されていることにより、確実にストライプが再生できるという効果がある。もし、ストライプ有無識別子937が定義されていないディスクの場合は、ストライプ領域でトラッキングがかからないためストライプと偽との判別に時間がかかる。従ってストライプがない場合でも必ずストライプを読み行くためストライプが本当でないのか、さらに内周にあるのか等のステップで確認しなければならないため、立ち上がり時間が余分にかかってしまうという問題が発生する。

又、ストライプ裏面存在識別子948があるため裏面にストライプが記録されていることがわかるため、両面型のDVD光ディスクの場合、確実にバーコードのストライプが再生できるという効果がある。本発明のストライプは両面ディスクの両方の反射膜を貫通するため裏面からも読める。ストライプ裏面存在識別子948をみて、ストライプ再生時に逆の符号にして再生することにより裏面からも再生できる。本発明では図34(a)に示すように同期符号は01000110を使用している。従って、裏面から再生すると"01100010"の同期符号が検出できるためバーコードを裏面から再生していることが検出できる。この時図15の再生装置において、復調部942は逆に符号を復調することにより、両面ディスクを裏面から再生しても貫通したバーコードを正常に再生できるという効果がある。又、図30に示すようにTOCには追記ストライプデータ有無識別子とストライプ

イブ記録容量が記録されている。従って図30のように第1回目のトリミングのストライプ923が既に記録されている場合、第2回目のトリミングのストライプ938を、どの容量だけ記録可能か計算できる。従ってT0Cデータにより図1の記録装置が2回目のトリミングをする時、どれだけ記録できるかが判別できるため、360°以上記録しすぎて第1回目のトリミングのストライプを破壊するということが防止できる。なお、図30に示すように第1回目のトリミングのストライプ923と第2回目のトリミングのストライプ938の間にはビット信号1フレーム以上の空白部949を設けることにより、前のトリミングデータを破壊することが防止される。

【0117】また図34(b)に示すようにトリミング回数識別子947が同期符号部に記録されているため、1回目のトリミングのストライプと2回目のトリミングのストライプのデータが識別できるという効果がある。もしこの識別子がないと、図30の第1回目のストライプ923と第2回目のストライプ938が判別できないことになる。

【0118】次に別のストライプ再生方法を述べる。ストライプのデューティつまり面積比率が小さい時は図32に示すようにストライプ領域で略々トラッキングがかかる。すると同一半径上のアドレス領域944のアドレスが再生できる。するとストライプを再生するとともに光ヘッド位置を変えないで、アドレスが再生できるため、ディスクを挿入してからの立ち上がり時間が早くなるという効果がある。この場合、前述のようにアドレス領域つまり、ストライプのない領域を連続して1フレーム以上同一半径上に設ければよい。図40を用いてこのステップを説明する。まずディスクを挿入してステップ947aで光ヘッドを内周部に移動する。ステップ947bで回転角度制御(CAV)を行いアドレスを再生する。ステップ947cでアドレス再生が可能でない時はステップ947iへ進み、光ヘッドを内周へ送り、ストライプを再生する。アドレス再生可能な場合は、ステップ947eへ進み、アドレスに基づきストライプの存在するアドレス領域へ半径方向に光ヘッドを移動する。ステップ947fでストライプを再生し、ステップ947gで完了すればステップ947hで、回転位相制御に切り替えて外周部に光ヘッドを移動し、ビット信号を再生する。可能でなければステップ947cでCAV制御でストライプを再生し、サーボ可能であればステップ947dへ進み、CLV制御でアドレス領域944のアドレスを再生し、ステップ947dでアドレスを再生し、アドレスに基づきステップ947eで光ヘッドをストライプのある半径のアドレスへトラッキングさせステップ947fでストライプを再生し、ステップ947gで完了なら、ステップ947hでCLV制御でビットデータを再生する。

【0119】海賊盤防止をするため、光マークを記録する方法を前半部で説明したが、ストライプにより、ストライプ領域のトラッキングは乱され、所定の光マークのアドレス・クロック位置を正確に測定することが難しくなる。従って図39に示すようにストライプ領域923aとは別の半径位置のビット領域941aに光マーク941を形成することにより、安定して光マーク941の位置を図20(5)で示したようにクロック単位で測定できる。このため、より安定して海賊盤の判別ができるという効果がある。またこの場合、図39に示すように数トラックしか、破壊しないピンホールの光マークを設けることにより、エラーを増やさないのと同時に現行の規格の範囲内で海賊盤防止が実現するという効果がある。

【0120】又、本発明の、レーザにより消滅しない材料からなる2つの部材により反射膜が直接又は間接的に挟まれた構造を備えたディスクであって、その反射膜にレーザによりマーキングが施されていることを特徴とする光ディスクは、上記実施例では、バーコードのような二次記録や海賊版防止技術に利用した場合について説明したが、これに限らずその他の技術に応用してももちろんよい。又、本発明のこの光ディスクは、上記実施例では、接着層を間に設けて2枚の基板を張り合わせたディスクについて説明したが、これに限らず接着層は無くてもよいし、あるいは、保護層の様な他の部材が存在してもよく、要するに、レーザにより消滅しない材料からなる2つの部材により反射膜が直接又は間接的に挟まれた構造であればよい。更に又、本発明のこの光ディスクは、上記実施例では、張り合わせるものとして、基板を用いた場合について説明したが、これに限らず例えば保護層等他の部材であってもよく、要するにレーザにより消滅しない材料からなる部材であればよい。

【0121】前半部では変調方式としてPWM変調を用いて実施例を説明したが、後半でせつめいたPE-RZ変調を前半部の実施例に組み合わせて用いても同様の効果が得られるが本文では省略する。

【0122】次に復調部を著作権保護のウォーターマークに的を絞って詳しく説明する。図51は本発明のシステム全体を示すブロック図である。

【0123】図52のディスク製造部19のブロック図を用いてコンテンツからディスク作成までの手順を述べる。ディスク製造部19の中で、まず、映画等のオリジナルのコンテンツ3は、MPEGエンコーダ4により、ブロック化され可変長符号化されて、画像圧縮されたMPEG等の圧縮ビデオ信号となる。この信号は、業務用の暗号鍵20を用いて暗号エンコーダ14でスクランブルをかける。このスクランブルされた圧縮ビデオ信号は原盤作成機5により原盤6上にビット状の信号として記録される。この原盤6と成形機7によりビットの記録された大量のディスク基板8が製造され、反射層形成機1

5によりアルミ等の反射膜が形成される。2枚の基板8と8aとを貼り合わせ機9により貼り合わせて、貼り合わせディスク10が完成する。

【0124】システムの説明に入る前に、BCAのレベルスライスの動作について、詳しく説明する。

【0125】図57の(1)に示すようにBCAでは2枚張り合わせ型ディスク800にパルスレーザ808で、アルミ反射膜809をトリミングし、ストライプ状の低反射部810をPE変調信号に基づいて記録する。図57(2)に示すようにBCAのストライプがディスク上に形成され、このストライプを通常の光ヘッドで再生するとBCA部は反射信号がなくなるため図57

(3)に示すように変調信号が間欠的に欠落した欠落信号部810a、810b、810cが発生する。ビットの8-16変調の変調信号は第1スライスレベル915でスライスされ主信号が復調される。一方欠落信号部810a等は信号レベルが低いので、第2スライスレベル916で容易にスライスできる。図53の記録再生波形図に示す様に、形成されたバーコード923a、923bは、図58(5)に示すように通常の光ピックアップで第2スライスレベル916でレベルスライスすることにより再生可能で図58(6)に示すようにLPFフィルタで高周波数のビット信号は抑圧された信号を第2スライスレベルでスライスすることにより2値化信号が得られ、この信号をPE-RZ復調し、(7)に示すようにデジタル信号が出力される。

【0126】図54を用いて復調動作を説明する。まず、BCA付のディスク801は透明基板が2枚、記録層801aが中にくるように貼り合わせてあり、記録層801aが1層の場合と記録層801a、801bの2層の場合がある。2層の場合は光ヘッド6に近い第1層の記録層801aのコントロールデータにBCAが記録されているかどうかを示すBCAフラグ922が記録されている。BCAは第2層801bに記録されているので、まず第1層記録層801aに焦点を合わせ第2記録領域919の最内周にあるコントロールデータ924の半径位置へ光ヘッド6を移動させる。コントロールデータは主情報なのでEFM又は8-15又は8-16変調されている。このコントロールデータの中のBCAフラグ922が「1」の時のみ、1層、2層部切換部827で、焦点を第2記録層801bに合わせてBCAを再生する。レベルスライサ590で図57(3)に示すような、一般的な第1スライスレベル915でスライスするとデジタル信号に変換される。この信号を第1復調部においてEFM925又は8-15変調926又は8-16変調92の復調器で復調し、ECCデコーダ36でエラー訂正し主情報が出力される。この主情報の中のコントロールデータを再生し、BCAフラグ922が1の場合のみBCAを読みに行く。BCAフラグ922が1の時、CPU923は1層、2層部切換部827に指示

を出し、焦点調節部828を駆動して、第1層の記録層801aから第2層の記録層801bへ焦点を切り替える。同時に第2記録領域の920の半径位置、すなわちDVD規格の場合はコントロールデータの内周側の2.3mmから23.5mmの間に記録されているBCAを光ヘッド6を移動させ、BCAをよみとる。BCA領域では図57(3)に示すようなエンベロープが部分的に欠落した信号が再生される。第2レベルスライサ929において第1スライスレベル915より低い光量の第2スライスレベル916を設定することにより、BCAの反射部欠落部は検出でき、デジタル信号が出力される。この信号を第2復調部930においてPE-RZ復調し、ECCデコーダ930dにおいてECCデコードすることにより副情報であるBCAデータが出力される。このようにして、8-16変調の第1復調器928で主情報をPE-RZ変調の第2復調部930で副情報つまりBCAデータを復調再生する。

【0127】図36(1)にローパスのフィルタ943通過前の再生波形、(2)に低反射部810のスリットの加工寸法精度、図35(b)にフィルター通過後のシェミレーション波形を示す。スリットの巾は5~15μm以下にすることは難しい。また、23.5mmより内周に記録しないと記録データを破壊してしまう。このことからDVDの場合最短の記録周期=30μm、最大半径=23.5mmの制限からフォーマット後の最大容量は188bytes以下に限定される。

【0128】ここで、図59を用いて述べた第2スライスレベル916の設定方法及び第2レベルスライサ部929の動作について、詳細にかつ具体的に説明する。

【0129】図45に第2レベルスライサ部929のみの詳細図面を示す。また、この説明に必要な波形図を図46に示す。

【0130】図45において、第2レベルスライサ部929は、第2レベルスライサ587へ第2スライスレベル916を供給する光量基準値設定部588と、第2レベルスライサ587の出力信号を分周する2分周器587dから構成されている。また、光量基準値設定部588はLPF588aとレベル変換部588bから構成されている。

【0131】以下動作を説明する。BCA領域ではBCAの存在により、図46(1)に示すような、エンベロープが部分的に欠落した信号が再生される。この再生信号にはビット信号による高周波成分とBCA信号による低周波背印が混合されている。しかしLPF943により、8-16変調の高周波数信号成分が抑圧されて、図46(b)に示すようなBCA信号のみの低周波信号932が第2レベルスライサ部929に入力される。

【0132】低周波信号932が入力されると、光量基準値設定部588は、LPF943より時定数の大きいつまりより低周波成分を抽出できるLPF588aで、

低周波数信号932のさらに低周波数成分(ほとんどDC成分)を通過させ、レベル変換部588bで、適宜なレベルに調整し、図46(2)の実線916に示すような、第2スライスレベル916を出力する。図に示めすように第2スライスレベル916はエンベロープにトラッキングする。

【0133】本発明の場合、BCAを読むときは回転位相制御できない、またトラッキング制御はできない。従ってエンベロープは図46(1)のように絶えず変動する。固定のスライスレベルであれば変動する再生信号により誤ってスライスしてしまいエラーレートが悪くなり、データ用としては適さなくなる。しかし本発明の図45の回路では第2スライスレベルを絶えずエンベロープに合わせて補正するため誤スライスが大幅に減少するという効果がある。

【0134】こうして本発明では、変動するエンベロープにより影響されることなく、第2レベルスライサ587は、低周波数信号932を第2スライスレベル916でスライスして、図46(3)に示すような2値化されたデジタル信号を出力する。第2レベルスライサ587から2値化されたデジタル信号の立ち上がりで信号を反転し、図12(4)に示すようなデジタル信号を出力する。このときの周波数分離手段934と第2レベルスライサ部929の具体的な回路を図47に示す。

【0135】このように、第2スライスレベル916を設定することによって再生するディスクの反射率の違いや、再生用レーザの経年変化による光量変動や、再生時にトラッククロスによっておこる8-16変調信号の低周波レベル(DCレベル)変動を吸収する効果がある。確実にBCA信号をスライスできる光ディスク再生装置を構成できる。

【0136】また、ここでもう1つの方法の、第2スライスレベル916の設定方法を開示する。図48は周波数分離手段934と第2レベルスライサ部929のもう1つの詳細を示す図面である。図48において周波数分離手段934のLPF943は時定数の小さい第1LPF943aと時定数の大きい第2LPF943bから構成されている。第2レベルスライサ部929の第2レベルスライサ587は、反転増幅器587aとDC再生回路587bとコンパレータ587cと2分周器587dから構成されている。また、この説明に必要な波形図を図50に示す。

【0137】以下動作を説明する。BCA領域では図50(1)に示すようなエンベロープが部分的に欠落した信号が再生される。この再生信号はLPF943に入力され、第1LPF943aと第2LPF943bに入力される。時定数の小さい第1LPF943aでは再生信号から8-16変調の高周波数信号がとり除かれて、BCA信号が出力される。時定数の大きい第2LPF943bでは再生信号のDC成分を通過させ、再生信号のD

C成分が出力される。第1LPF943aから8-16変調の高周波数信号が抑圧された信号が入力されると反転増幅器587aで第1LPF943a通過の際に減少した振幅を増幅する。増幅された信号は、DC再生回路587bにおいてGNDレベルでDC再生され、図50(3)に示すような信号がコンパレータ587cに入力される。一方、光量基準値設定部588では第2のLPF943bから再生信号のDC成分が入力されると抵抗分割等で適宜なレベルに調整し、図50(2)に示すような第2スライスレベル916を出力する。コンパレータ587cはDC再生回路587bの出力信号を第2スライスレベル916でスライスし、図50(4)に示すような2値化されたデジタル信号を出力する。2分周器587dではコンパレータ587cで2値化されたデジタル信号の立ち上がりで信号を反転し、デジタル信号を出力する。

【0138】このときの周波数分離手段934と第2レベルスライサ部929の具体的な回路を図49に示す。

【0139】以上のように第2スライスレベル916を設定してBCA信号を再生することによって再生するディスクの反射率の違いや再生用レーザの経年変化による光量変動や、再生時のトラッククロスによっておこる8-16変調信号のDCレベル変動を吸収し、確実にBCA信号をスライスできる光ディスク再生装置を構成できる。また、ディスクリットでこの回路を構成する場合、最も素子数を少なくかつ確実なBCA再生回路を構成できる。

【0140】また、2分周器587dの効果は、この信号をCPUに取り込んでソフトで復調する場合などにPE変調信号のクロック周波数を2分の1に下げることができる。このことによりサンプル周波数が遅いCPUを用いても、確実に信号の変化点を検出できるという効果がある。

【0141】なお、この効果は、再生時にモーターの回転数を下げることによっても実現できる。これを図59を用いて説明すると、BCAの再生命令がきた時、CPU923より回転速度減速信号923bが回転制御部26に送られる。すると回転制御部26はモーター17の回転数を2分の1もしくは4分の1に減速するため再生信号の周波数が下がり、遅いCPUでもソフトで復調できるという効果もしくは線巾の細いBCAでも再生できるという効果も得られる。BCAの場合工場によっては細い線幅のBCAストライプができてしまう場合があるが、回転数を下げることにより低速のCPUでも処理することができる。このことによりBCA再生時のエラーレートが改善され、信頼性が向上する。

【0142】図59において、1倍速等の通常速でBCAを読み、BCAの再生時にエラーが発生したときのみ、CPUから原則命令を回転制御部に送ることにより、モーター17の回転数を半分に減速する。この方法

により、平均的な線幅のBCAを読む場合は、BCAの実質的な読み取り速度は全く低下しない。線幅の細い場合はエラーがでる。この場合のみ半分の速度でBCAを読めばよい。エラーを検出することにより、BCAの再生速度の低下を防ぐ効果が得られる。

【0143】なお、図では周波数分離手段としてLPFを使用した。エンベロープ追従回路やピークホールド回路などBCA領域再生信号から8-16変調の高周波数信号を抑圧できる手段であれば、それで構成しても良い。

【0144】また、周波数分離手段と第2レベルサイザ部は、BCA領域再生信号を直接2値化した後、マイコン等に入力し、デジタル処理で、エッジインターバルが異なる点を用いて8-16信号とBCA信号の時間軸の弁別処理を行い、実質的に8-16変調の高周波数信号の抑圧を行う処理を施す手段等で構成しても良い。

【0145】変調信号は、8-16変調方式を用いてビットで記録されており、図560(1)の高周波信号部933のような高周波信号が得られる。一方、BCA信号は低周波信号部932のような低周波信号となる。このように、主情報がDVD規格の場合、最高約4.5MHzの高周波信号932であり、図560(1)に示すように、副情報が周期8.92μsつまり約100KHzの低周波信号933であるため、LPF943を用いて副情報を周波数分離することが容易である。図59に示すようなLPF943を含む周波数分離手段934で、2つの信号を容易に分離することが出来る。この場合、LPF943は簡単な構成でよいという効果がある。

【0146】以上がBCAの概略である。図51のディスク製造装置と再生装置のブロック図に示すように、今述べたディスク製造部19より同じ内容のROM型の貼り合わせディスク10が製造される。ディスク製造装置21では貼り合わせディスク10a、10b、10c...にBCAレコーダ13を用いて、ディスク一枚一枚毎に異なるID等の識別符号12a、12b、12cを含むBCAデータ16a、16b、16cがPE変調部17によりPE変調され、YAGレーザーを用いてレーザートリミングされ、ディスク10上には円形バーコード状のBCA18a、18b、18cが形成される。以下BCA18を記録したディスク全体をBCAディスク11a、11b、11cと呼ぶ。図51に示すようにこれらのBCAディスク11a、11b、11cのビット部は全く同じである。しかし、BCA18に1、2、3と異なるIDが記録されている。映画会社等のコンテンツプロバイダはこの異なるIDをIDデータベース22に記憶する。同時に、ディレクトリの出荷時にBCAを読み取る円形バーコードリーダー24でBCAデータを読み取り、どのIDのディスクをどのシステムオペレータ23つまり、CATV会社や放送局や航空会社に供給したか

の供給先と供給時間をIDデータベース22に記憶する。

【0147】このことにより、どのシステムオペレータに何のIDのディスクを何時供給したかの記録がIDデータベース24に記録される。このため、将来、特定のBCAディスクをソースとして、不正コピーが大量に出回った場合、どのシステムオペレータに供給したBCAディスク11から不正コピーが行なわれたが、本当のウォーターマークをチェックすることによりトレースできる。この動作は後で詳しく述べるが、このBCAによるIDナンバリングは、仮想的にウォーターマークと同じ役割をシステム全体として果たすので“プリウォーターマーキング”と呼ぶ。

【0148】ここで、BCAに記録すべきデータを述べる。ID発生部26よりIDを発生させ、ウォーターマーク作成パラメータ発生部27より、上記IDに基づきもしくは、乱数により、ウォーターマーク作成パラメータを発生させ、IDと混合し、デジタル署名部28において、公開鍵系暗号関数の秘密鍵を用いて署名する。IDとウォーターマーク作成パラメータとその署名データをBCAレコーダ13において各ディスク10a、10b、10cにBCA記録し、BCA18a、18b、18cが形成される。

【0149】さて、こうして、本発明のディスク製造装置21から“プリウォーターマーキング”されたBCAディスク10a、10b、10cはシステムオペレータ23a、23b、23cの再生装置25a、25b、25cに送られる。図51では図面の関係で再送信装置28のブロックを一部省略してある。図53の詳しい再送信装置28のブロック図を用いて、システムオペレータ側の動作を述べる。

【0150】図53のCATV局等に設置される再送信装置28aには、システムオペレータ専用の再生装置25aがある。映画会社等から供給されたBCA付のディスク11aが装着される。光ヘッド29より再生した信号のうち主情報はデータ再生部30により再生され、デスクランブラー31により、スクランブルが解除され、MPEGデコーダ33により画像の原信号が伸長され、ウォーターマーク部34に送られる。ウォーターマーク部では、まず図54の(1)に示す原信号が入力され、FFT等の周波数軸変換部34により、時間軸から周波数軸へ変換され、図54の(2)に示す周波数スペクトル35aが得られる。周波数スペクトラム35aはスペクトラム混合部36において、図54の(3)のスペクトルをもつID番号と混合される。混合された信号は図54の(4)のように、図54の(2)の原信号とスペクトルはかわらない。つまりID番号がスペクトル拡散されたことになる。この信号はIFFT等の逆周波数変換部37により、周波数軸から時間軸に変換されて、図54(5)のような原信号(図54の(1))と変わら

ない信号が得られる。周波数空間でID信号をスペクトル拡散しているので、画像信号の劣化は少ない。

【0151】ここでID信号38の作成方法について述べる。BCA再生部39に戻るとBCAディスク11aよりBCA再生部39により再生されたBCAデータはデジタル署名照合部40によりICカード41等より送られた公開鍵等により署名が検証される。NGの時は停止する。OKの場合はデータが改ざんされていないため、IDはそのままウォーターマークデータ作成部42に送られる。ここで、BCAデータに含まれる前述のウォーターマーク作成パラメータを用いて図54(3)のようなウォーターマークの信号を発生させる。

【0152】この場合、IDデータやICカード41のカードIDからウォーターマークの演算を行い、ウォーターマーク信号を作り出してもよい。

【0153】この場合IDとウォーターマークパラメータの相関を全くなくし、ウォーターマークのパラメータとIDをBCAに記録しておけば、IDからウォーターマークを演算により類推することはできなくなる。著作権者だけがIDとウォーターマークとの関係を知っていることになる。このため、不正コピー業者が新たなIDを発行しウォーターマークを不正発行することを防止できるという効果がある。

【0154】一方、ICカード41のカードID番号を特定の演算を用いて、スペクトル信号を作りID番号38に加えることによりICカードのカードIDをウォーターマークとして映像出力信号の中に埋め込むことができる。この場合ソフトの流通IDと再生装置のIDを双方確認できるため、不正コピーの追跡つまりトレースがより容易になるという効果がある。

【0155】図53に戻り、ウォーターマーク部34の映像出力信号は出力部42に送られる。再送信装置28が圧縮された映像信号を送信する場合は、映像出力信号をMPEGエンコーダ43で圧縮をかけ、システムオペレータ固有の暗号鍵44でスクランブラー45でスクランブルし、送信部46からネットワークや電波を介して視聴者へ送信する。この場合元のMPEG信号の圧縮後の転送レート等の圧縮パラメータ情報47がMPEGデコーダ33からMPEGエンコーダ43へ送られるので、リアルタイムエンコードであっても、圧縮効率を上げることができる。また音声、圧縮信号48はウォーターマーク部34をバイパスさせることにより伸長、圧縮されなくなるので音質の劣化はなくなる。

【0156】次に圧縮信号を送信しない場合は、映像出力信号49をそのままスクランブルして送信部46aより送信する。航空機内の上映システムの場合はスクランブルは不要となる。こうしてディスク11aからウォーターマークの入った映像信号が送信される。

【0157】図53の場合、不正コピー業者が各ブロック間の信号を途中のバスから抜き出すことにより、ワ

ーターマーク部をバイパスして映像信号をとり出す可能性がある。この防止策として、デスクランブラー31とMPEGデコーダ33とウォーターマーク部34の間のバスは、相互認証部32aと32b、32cと32dによりシェークハンド方式で暗号化されている。送信側の相互認証部32cにより信号を暗号化した暗号信号を受信側の相互認証部32dで受信するとともに相互認証部32cと相互認証部32dは互いに交信つまりハンドシェークする。この結果が正しい場合のみ受信側の相互認証部32dは暗号を解除する。相互認証部32aと32bの場合も同様である。このようにして本発明の方式では相互認証しないと暗号は解除されない。これため途中のバスからデジタル信号を抜き出しても暗号は暗号は解除されず最終的にウォーターマーク部34をバイパスできないためウォーターマークの不正な排除および改ざんを防止することができるという効果がある。

【0158】次に図55を用いてこうして再送信装置28の送信部46から送信されたウォーターマーク入りの映像信号49を受信機50において受信し、第2デスクランブラー51でスクランブルを解除し、圧縮されている場合は、MPEGデコーダ52で伸長し、出力部53より映像信号49aとしてモニター54に出力する。

【0159】次に違法コピーされる場合を述べると映像信号49aはVTR55によりビデオテープ56に記録されて大量の違法コピーされたビデオテープ56が世に出回り、著作権者の権利が侵害される。しかし本発明のBCAを用いた場合、映像信号49aにも、ビデオテープ56から再生した映像信号49bにもウォーターマークがついている。ウォーターマークは周波数空間で付加されているため、容易に消すことはできない。通常の記録再生システムを通して消えることはない。

【0160】ここで図56を用いてウォーターマークの検出方法を述べる。違法コピーされたビデオテープやLD/VDレーザーディスク等の媒体56をVTRやDVDプレーヤ等の再生装置55aにより再生し、再生した映像信号49bがウォーターマーク検出装置57の第1入力部58に入力され、FFTやDCT等の第1周波数変換部59aにより図54(7)に示すような、違法コピーされた信号のスペクトラムである第1スペクトラム60が得られる。一方、第2入力部58aには元のオリジナルコンテンツ61を入力し、第1周波数変換部59aにより周波数軸に変換し、第2スペクトラム35aが得られる。このスペクトラムは、図54の(2)のようになる。第1スペクトラム60と第2スペクトラム35aとの差分を差分器62でとると、図54の(8)のような差分スペクトラム信号63が得られる。この差分スペクトラム信号63をID検出部64に入力させる。ID検出部64では図51で説明したIDデータベース22よりステップ65でID=n番目のウォーターマークのパラメータを取り出し、ステップ65aで入力させ、ス

ステップ65bでウォーターマークパラメータに基づくスペクトラム信号と差分スペクトラム信号63を比較する。ステップ65cで両者が一致すれば $ID=n$ のウォーターマークであることが判るので、ステップ65dで $ID=n$ と判断する。一致しない場合は、 $ID$ を $n+1$ に変更して、 $ID=n+1$ のウォーターマークのパラメータを $ID$ データベースから取り出し、同じステップを繰り返し、ウォーターマークの $ID$ を検出する。 $ID$ が正しい場合は図54の(3)と(8)のようにスペクトルが一致する。こうして、出力部66よりウォーターマークの $ID$ が出力され不正コピーの出所が明らかになる。

【0161】こうしてウォーターマークの $ID$ が特定されることにより海賊版ディスクや不正コピーのコンテンツの出所が追跡でき、著作権が保護されるという効果がある。

【0162】本発明のBCAとウォーターマークとを組み合わせたシステムにより、ROMディスクに同じ映像信号を記録し、ウォーターマーク情報はBCAに記録すれば、仮想的なウォーターマークが実現する。システムオペレーターは本発明の再生装置を用いることにより、結果的に再生装置から出力される映像信号には全てコンテンツプロバイダーの発行した $ID$ に相当するウォーターマークが埋め込まれることになる。従来のディスク毎にウォーターマークの異なる映像信号を記録する方法に比べてディスクコストとディスク生産時間が大幅に削減できるという効果が得られる。再生装置にはウォーターマーク回路が必要であるがFFTやIFFTは一般的なものになっているので、放送用機器としては大きな負担にはならない。

【0163】なお実施の例としてスペクトラム拡散方式のウォーターマーク部を用いて説明したが他のウォーターマーク方式を用いても同様の効果が得られることはいうまでもない。

【0164】また、実施例では2枚張り合わせ型のDVDのROMディスクを用いて説明したが本発明は2枚の張り合わせディスク全般に同じ効果が得られる。ROMディスクだけでなくDVD-RディスクやDVD-RAMのような張り合わせディスクにおいてもBCAを記録しても同様の記録特性、信頼性が得られる。各説明をDVD-R、DVD-RAMに読み替えても、同様の効果が得られるが説明は省略する。

【0165】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、例えば、データの書き込まれたディスクの反射膜にレーザーによりマーキングが施されており、少なくともそのマーキングの位置情報又はその位置情報に関する情報が、暗号化され、あるいはデジタル署名された形で、前記ディスクに書き込まれている光ディスクであり、これによって、複製防止能力を従来に比べてより一層向上させる

ことが出来た。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態によるディスクの製造工程と二次記録工程を示す図

【図2】(a)は本発明の一実施形態によるディスクの上面図

(b)は本発明の一実施形態によるディスクの上面図

(c)は本発明の一実施形態によるディスクの上面図

(d)は本発明の一実施形態によるディスクの横断面図

(e)は本発明の一実施形態による再生信号の波形図

【図3】本発明の一実施形態による暗号化された位置情報をディスク上にバーコードにより記録する工程のフローチャート

【図4】本発明の一実施形態によるディスクの作成工程及び二次記録工程(その1)を示す図

【図5】本発明の一実施形態によるディスクの作成工程及び二次記録工程(その2)を示す図

【図6】本発明の一実施形態による2層ディスクの作成工程(その1)を示す図

【図7】本発明の一実施形態による2層ディスクの作成工程(その2)を示す図

【図8】(a)は本発明の一実施形態による張り合わせタイプの無反射部の拡大図

(b)は本発明の一実施形態による単板タイプの無反射部の拡大図

【図9】(a)は本発明の一実施形態による無反射部の再生波形図

(b)は本発明の一実施形態による無反射部の再生波形図

(c)は本発明の一実施形態による無反射部の再生波形図

【図10】(a)は本発明の一実施形態による張り合わせタイプの無反射部の断面図

(b)は本発明の一実施形態による単板タイプの無反射部の断面図

【図11】本発明の一実施形態による無反射部の断面を、透過電子顕微鏡により観察した結果を基にした模式図

【図12】(a)は本発明の一実施形態によるディスクの断面図

(b)は本発明の一実施形態によるディスクの無反射部の断面図

【図13】(a)は同本発明の一実施形態による正規のCDのアドレスの物理配置を示す図

(b)は同本発明の一実施形態による不正に複製されたCDのアドレスの物理配置を示す図

【図14】本発明の一実施形態によるディスク作成とディスク作成のブロック図

【図15】本発明の一実施形態による低反射部位置検出部のブロック図

【図16】本発明の一実施形態による低反射部のアドレス・クロック位置検出の原理図

【図17】本発明の一実施形態による正規ディスクと複製ディスクの低反射部アドレス表の比較図

【図18】本発明の一実施形態による一方向関数によるディスク照合のフローチャート

【図19】本発明の一実施形態による低反射位置検出プログラムのフローチャート

【図20】本発明の一実施形態による1層目のマーキング信号の検出波形図

【図21】本発明の一実施形態による2層目のマーキング信号の検出波形図

【図22】本実施例のプログラムインストールにおけるスクランブル識別子の動作とドライブ1Dとディスク1Dの切り換えを示すフローチャート

【図23】本発明の一実施形態によるストライプ記録装置のブロック図

【図24】本発明の一実施形態によるRZ記録の場合の信号波形とトリミング形状を示す図

【図25】NRZ記録をした場合の信号波形とトリミング形状を示す図

【図26】本発明の一実施形態によるPE-RZ記録の場合の信号波形とトリミング形状を示す図

【図27】本発明の一実施形態によるディスクのストライプの上面図と信号波形図

【図28】(a)は本発明の一実施形態による光集光部の斜視図

(b)は本発明の一実施形態によるストライプ配置と発光パルス信号の図

【図29】(a)は本発明の一実施形態による光偏向器が付加された光集光部の斜視図

(b)は本発明の一実施形態によるストライプ配置と発光パルス信号の図

【図30】本発明の一実施形態によるディスク上のストライプの配置とTOCデータの内容を示す図

【図31】本発明の一実施形態によるストライプ再生においてCaVとCLVを切り替えるフローチャート

【図32】本発明の一実施形態によるディスクのストライプ領域とアドレス領域を示す図

【図33】(a)は本発明の一実施形態によるECCエンコード後のデータ構成図

(b)は本発明の一実施形態によるECCエンコード後のデータ構成図(n=1の場合)

(c)は本発明の一実施形態によるECCエラー訂正能力を示す図

【図34】(a)は同期符号のデータ構成図

(b)は固定同期パターンの波形図

(c)は記憶容量を示す図

【図35】(a)はLPFの構成図

(b)はLPF追加後の波形図

【図36】(a)は本発明の一実施形態による再生信号波形図

(b)は本発明の一実施形態によるストライプの寸法精度を説明するための図

【図37】本発明の一実施形態による同期符号とレーザー発光パルスの信号波形図

【図38】本発明の一実施形態によるTOCデータを読んで再生する手順を示す図

【図39】本発明の一実施形態によるピンホール形状の光マーキングを物理特徴としたディスクの上面図

【図40】本発明の一実施形態による海賊盤防止光マーキングの上面図

【図41】本発明の一実施形態による回転速度制御の再生装置のブロック図

【図42】本発明の一実施形態による回転速度制御の再生装置のブロック図

【図43】本発明の一実施形態による回転速度制御の再生装置のブロック図

【図44】本発明の一実施形態による海賊版防止アルゴリズムを示す図

【図45】本発明の一実施の形態による第2レベルスライス部のブロック図

【図46】本発明の一実施の形態による再生信号の2値化時の各部波形図

【図47】本発明の一実施の形態による第2スライス部の具体的な回路ブロック図

【図48】本発明の一実施の形態による別の第2レベルスライス部のブロック図

【図49】本発明の一実施の形態による別の第2スライス部の具体的な回路ブロック図

【図50】本発明の一実施の形態による再生信号を2値化する時の各部の実際の信号波形図

【図51】本発明の一実施の形態によるコンテンツプロバイダーのディスク製造装置とシステムオペレータの再生装置のブロック図

【図52】本発明の一実施の形態によるディスク製造装置の中のディスク製造部のブロック図

【図53】本発明の一実施の形態によるシステムオペレータ側の再送信装置全体と再生装置のブロック図

【図54】本発明の一実施の形態による原信号と各映像信号の時間軸上の波形と周波軸上の波形を示す図

【図55】本発明の一実施の形態によるユーザー側の受信機と違法コピー時のブロック図

【図56】本発明の一実施の形態による違法コピー媒体とウォーターマーク検出装置のブロック図

【図57】本発明の一実施の形態によるパルスレーザーによるトリミングの断面図

【図58】本発明の一実施の形態によるトリミング部の信号再生波形図

【図59】本発明の一実施の形態による本発明の実施例

## の再生装置のブロック図

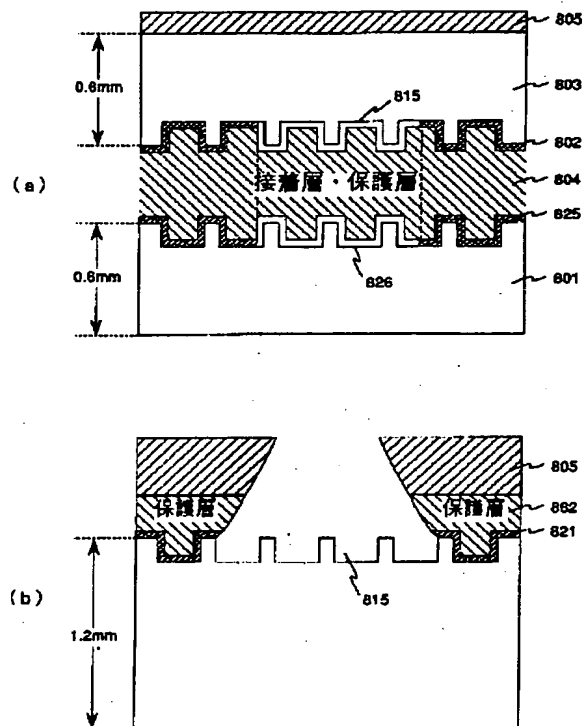
## 【符号の説明】

- 3 コンテンツ
- 4 MPEGエンコーダ
- 5 原盤作成機
- 6 原盤
- 7 成形機
- 8 基板
- 9 貼り合わせ機
- 10 貼り合わせディスク
- 11 BCAディスク
- 12 識別符号
- 13 BCALレコーダ
- 14 暗号エンコーダ
- 15 反射層形成機
- 16 BCAデータ
- 17 PE変調部
- 18 BCA
- 19 ディスク製造部
- 20 暗号鍵
- 21 ディスク製造装置
- 22 IDデータベース
- 23 システムオペレータ
- 24 PE変調器
- 25 再生装置
- 26 ID発生部
- 27 ウォーターマーク作成パラメータ発生部
- 28 再送信装置
- 29 光ヘッド
- 30 データ再生部
- 31 デスクランブラー
- 32 相互認証部
- 33 MPEGデコーダー
- 34 ウォーターマーク部
- 34a 周波数変換部
- 35 周波数スペクトル
- 36 スペクトラム混合部
- 37 逆周波数変換部
- 38 ID番号
- 39 BCA再生部
- 40 デジタル署名照合部
- 41 ICカード
- 42 出力部
- 43 MPEGエンコーダー
- 44 暗号鍵(システムオペレータ)
- 45 第2スクランブラー
- 46 送信部
- 47 圧縮パラメータ情報
- 48 音声圧縮信号
- 49 映像信号(ウォーターマーク入り)
- 50 受信機
- 51 第2デスクランブラ
- 52 MPEGデコーダ
- 53 出力部
- 54 モニター
- 55 VTR
- 56 媒体
- 57 ウォーターマーク検出装置
- 58 第1入力部
- 59 第1周波数変換部
- 60 第1スペクトラム
- 61 オリジナルコンテンツ
- 62 差分器
- 63 差分スペクトラム信号
- 64 ID検出部
- 65 ステップ
- 584 低反射部
- 586 低反射光量検出部
- 587 光量レベル比較器
- 588 光量基準値
- 599 低反射部開始/終了位置検出部
- 600 低反射部位置検出部
- 601 低反射部角度位置信号出力部
- 602 低反射部角度位置検出部
- 605 低反射部開始点
- 606 低反射部終了点
- 607 時間遅れ補正部
- 816 ディスク製造工程
- 817 二次記録工程
- 818 ディスク製造工程のステップ
- 819 二次記録工程のステップ
- 820 ソフト制作1程のステップ
- 830 符号化手段
- 831 公開鍵系暗号化
- 833 第1秘密鍵
- 834 第2秘密鍵
- 835 合成部
- 836 記録回路
- 837 エラー訂正符号化部
- 838 リードソロモン符号化部
- 839 インターリーブ部
- 840 パルス間隔変調部
- 841 クロック信号部
- 908 シリアル番号発生部
- 909 入力部
- 910 RZ変調部
- 913 クロック信号発生部
- 915 モーター
- 915 回転センサー
- 916 コリメータ

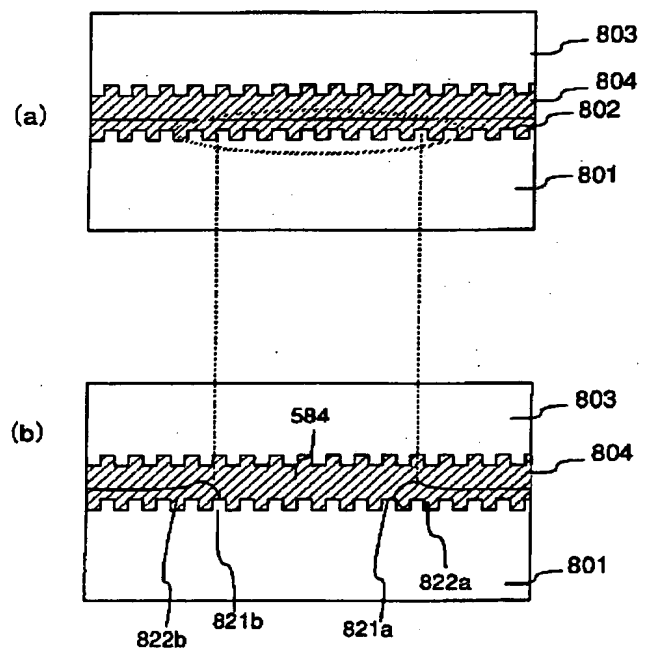
917 シリンドリカルレンズ  
 918 マスク  
 919 集束レンズ  
 920 第1タイムスロット  
 921 第2タイムスロット  
 922 第3タイムスロット  
 923 ストライプ  
 924 パルス  
 925 第1記録領域  
 926 第2記録領域  
 927 ECCエンコーダー  
 928 ECCデコーダー  
 929 レーザー電源回路  
 930 (CaV再生のフローチャートの) ステップ  
 931 光偏向器  
 932 スリット  
 933 ストライプ  
 934 副ストライプ  
 935 偏向信号発生部  
 936 TOC領域  
 937 ストライプ有無識別子  
 938 追記ストライプ部  
 939 追記ストライプ有無識別子  
 940 (ストライプ有無識別子を再生するフローチャートの) ステップ

941 (ピンホールの) 光マーキング  
 942 PE-RZ復調部  
 943 LPF  
 944 アドレス領域  
 945 メインビーム  
 946 サブビーム  
 948 ストライプ表面存在識別子  
 949 ストライプ空白部  
 950 スキャンニング手段  
 951 データ行  
 952 ECC行  
 953 エッジ間隔検出手段  
 954 比較手段  
 955 メモリ手段  
 956 発振器  
 957 コントローラ  
 958 モーター駆動回路  
 959 バーコード読み取り手段  
 963 モードスイッチ  
 964 ヘッド移動手段  
 965 周波数比較器  
 966 発振器  
 967 周波数比較器  
 968 発振器  
 969 モータ

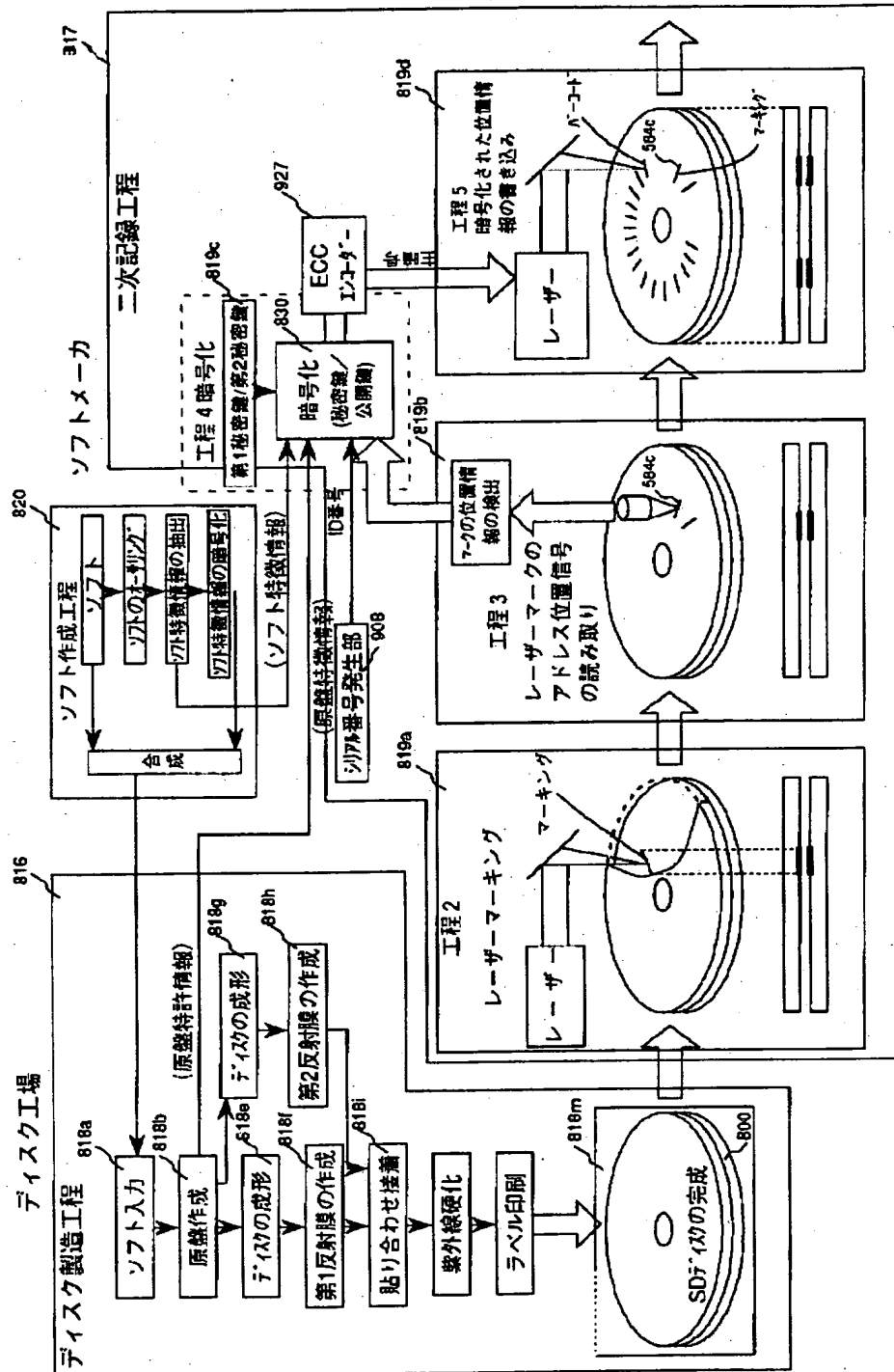
【図10】



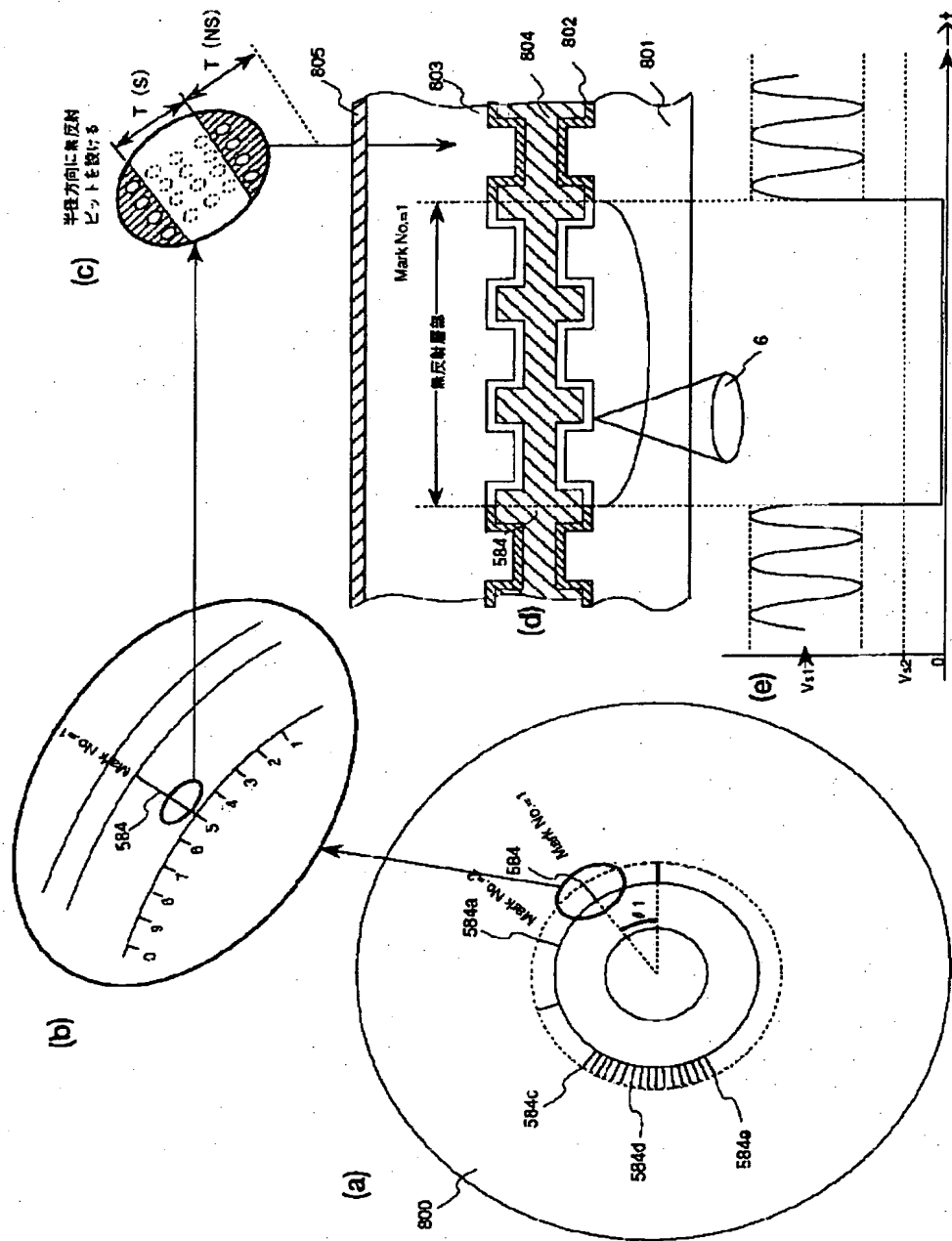
【図12】



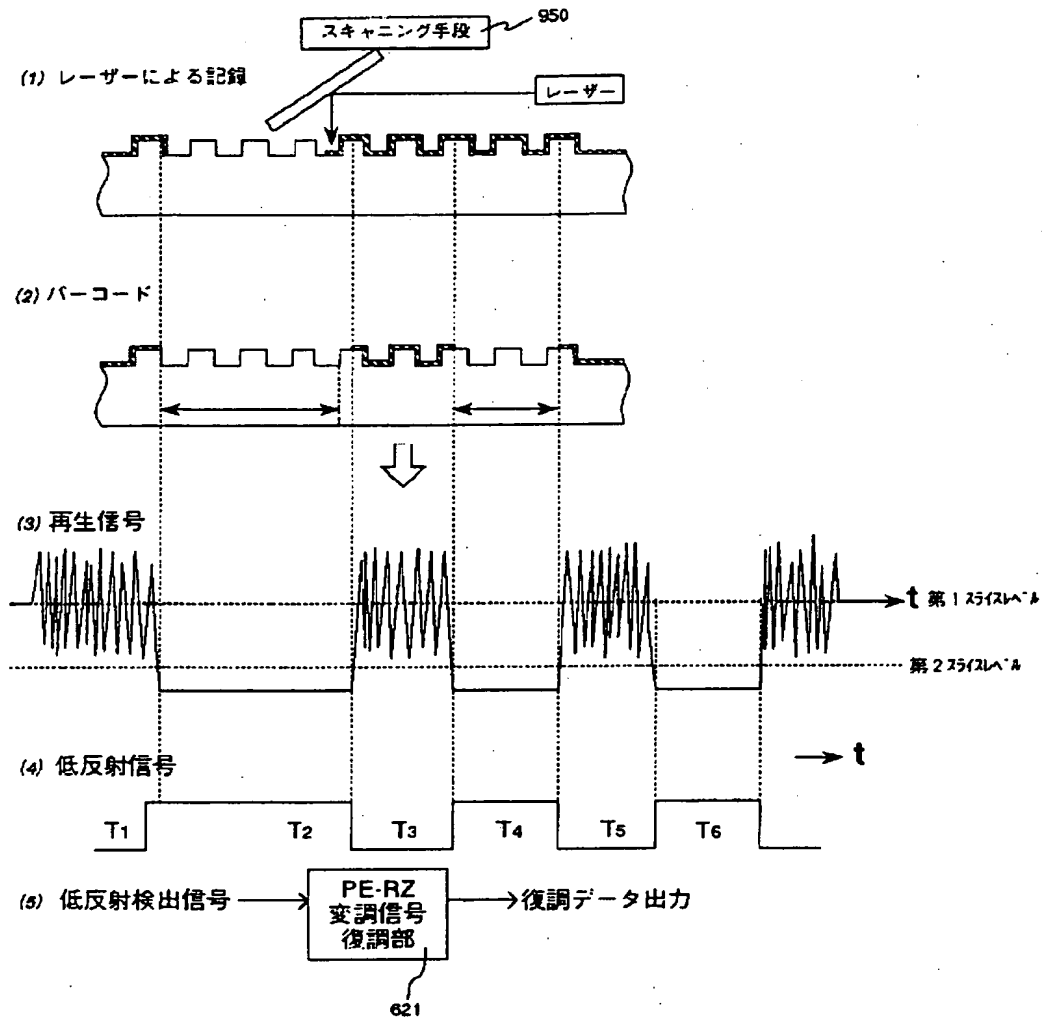
【図1】



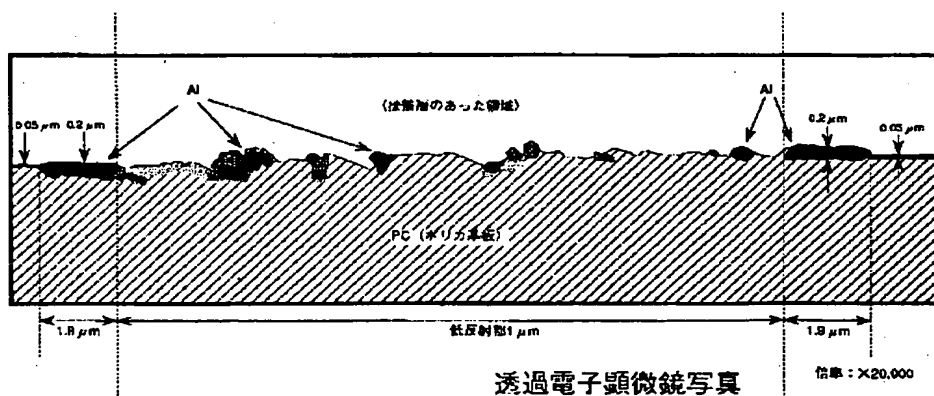
【図2】



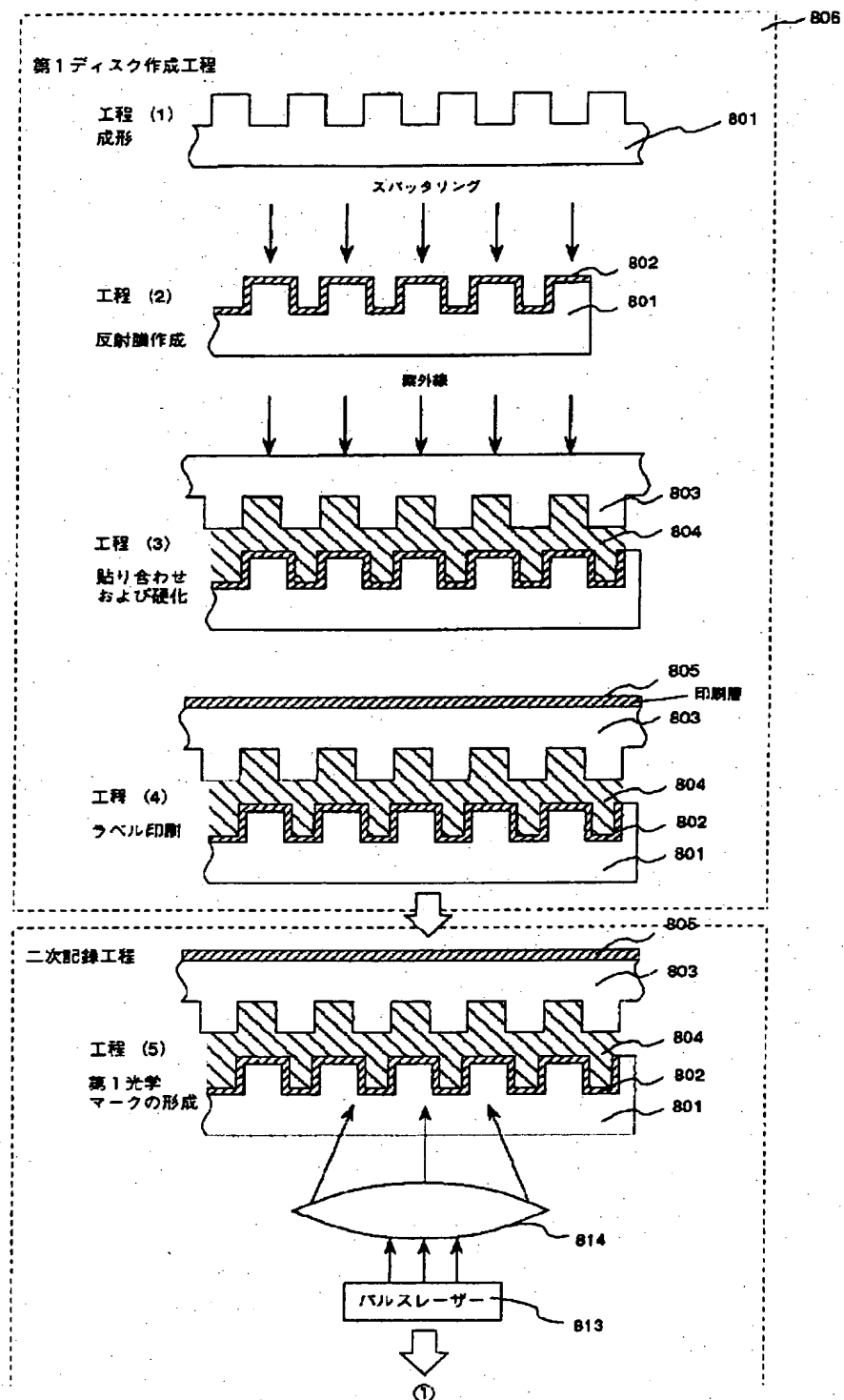
【図3】



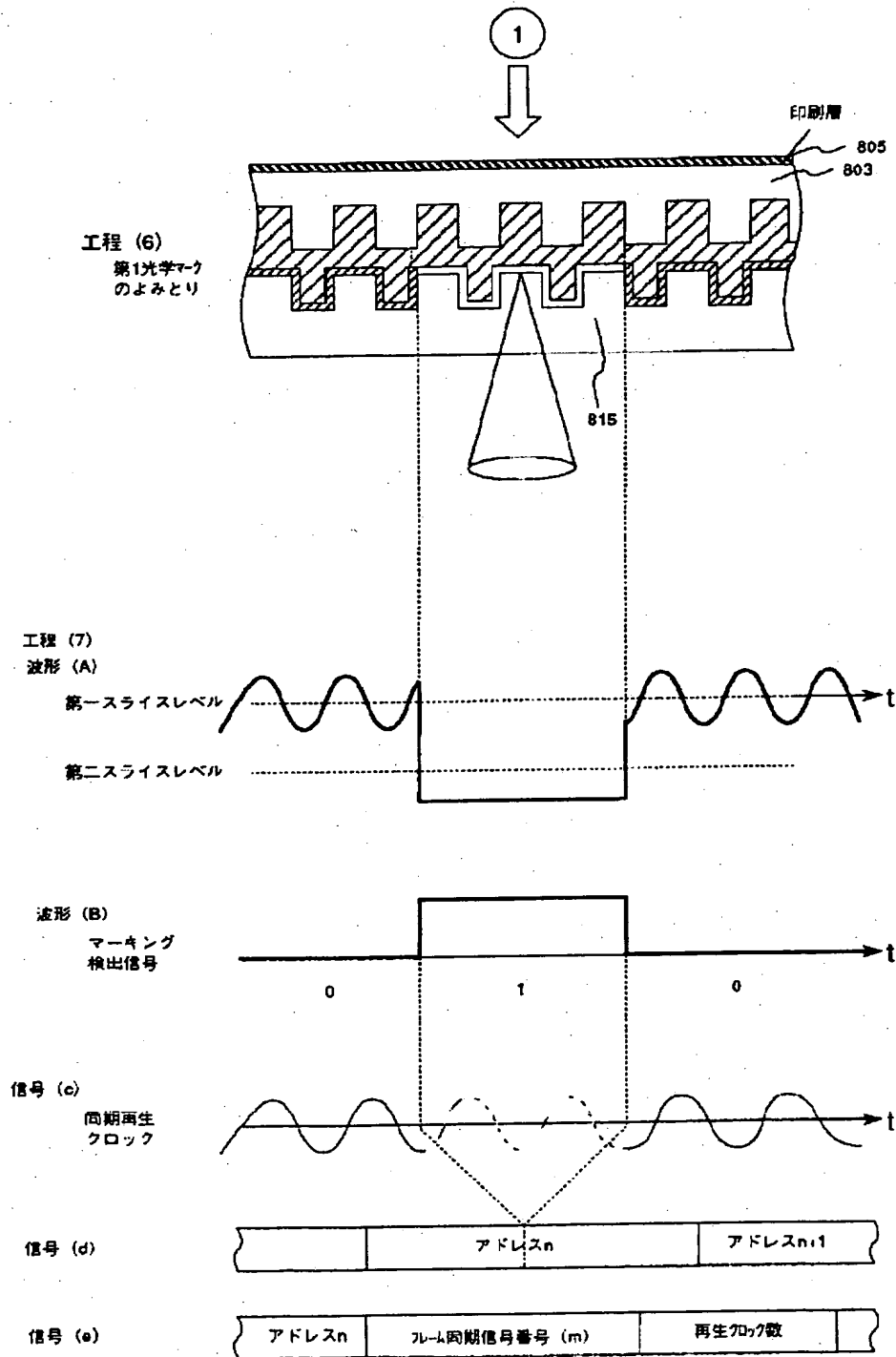
【図11】



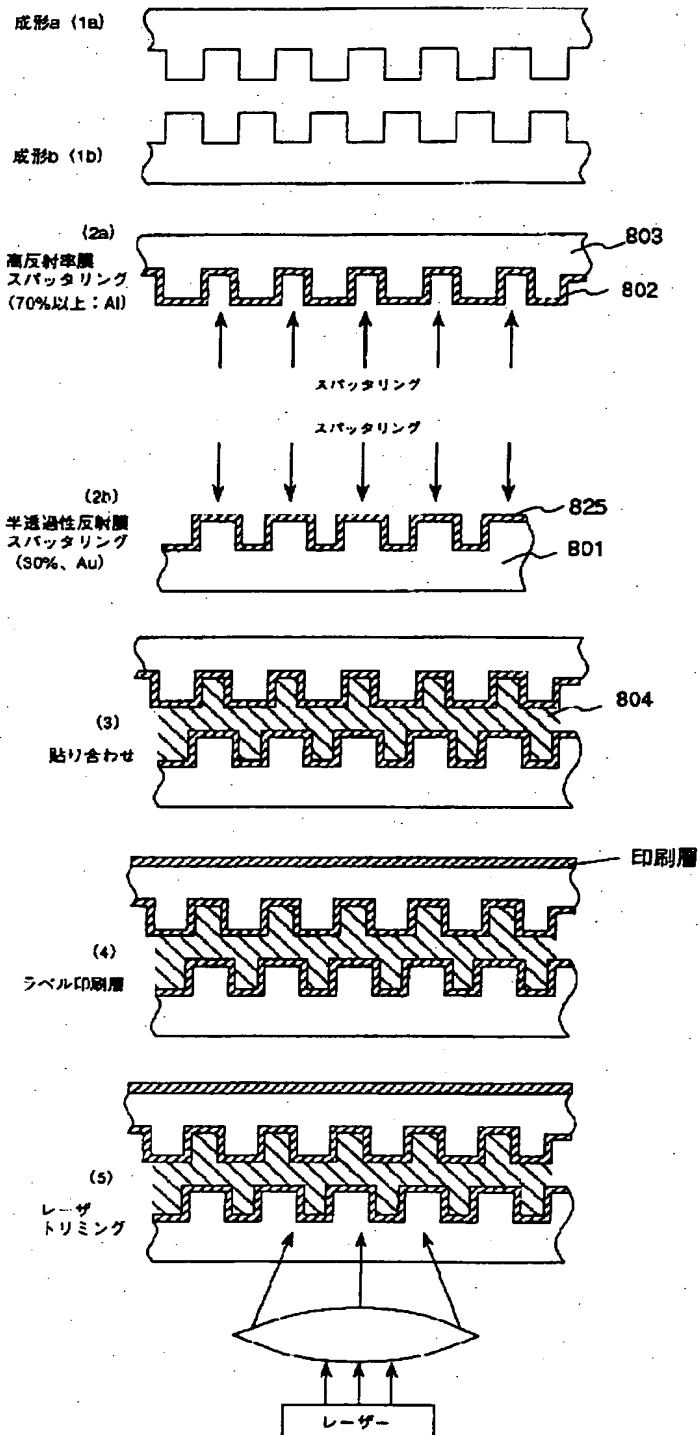
【図4】



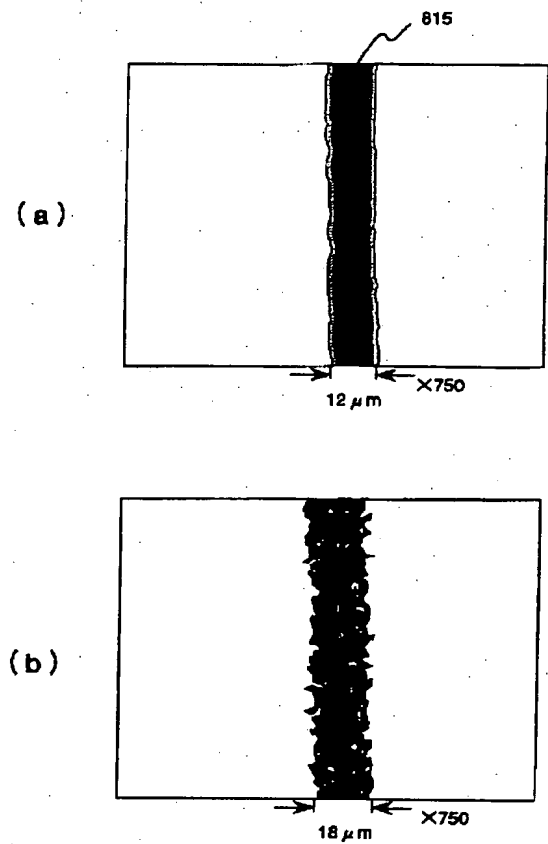
【図5】



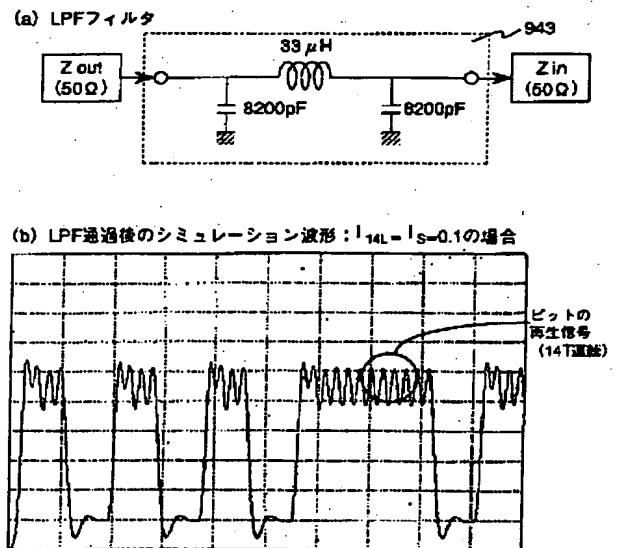
【図6】



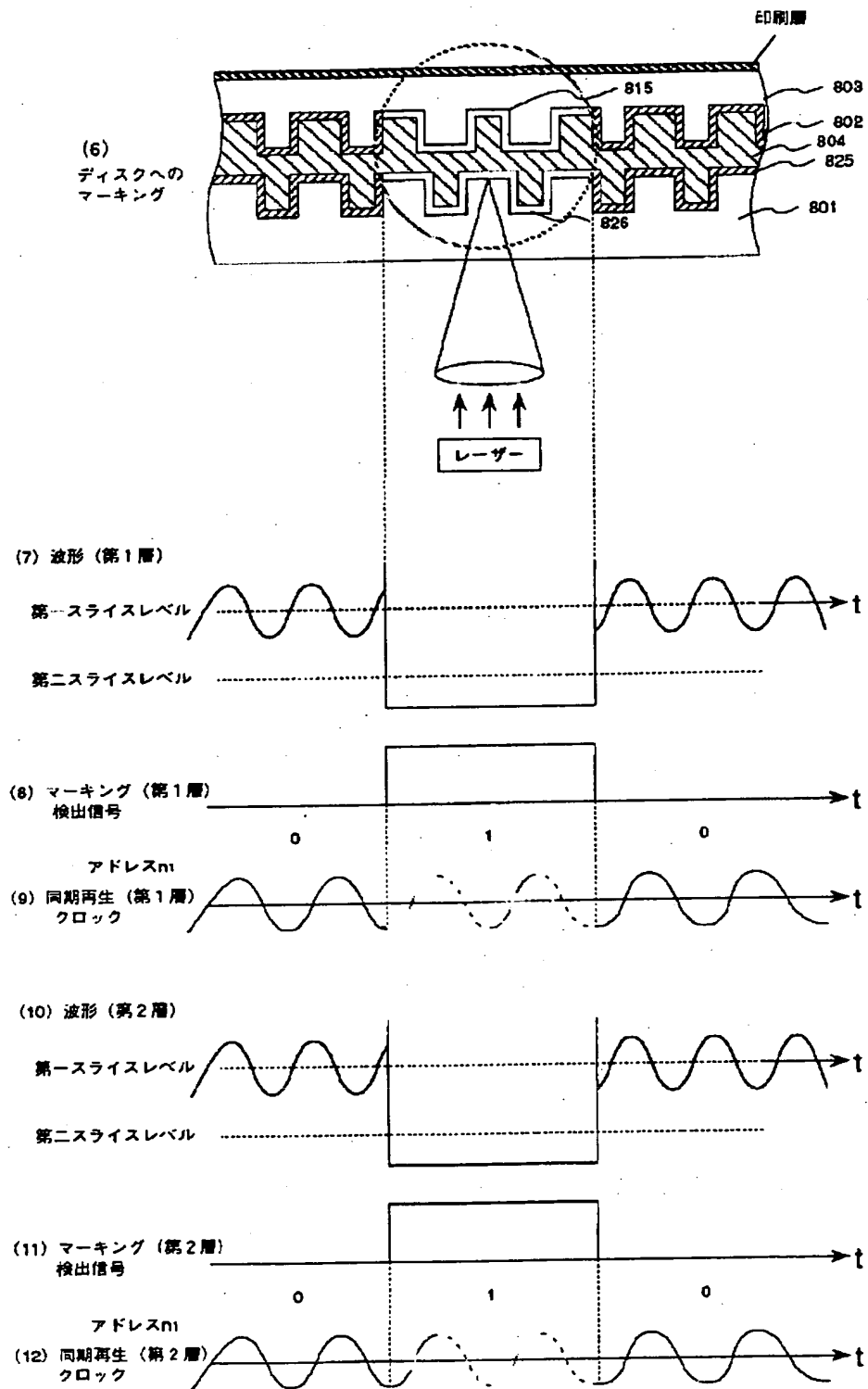
【図8】



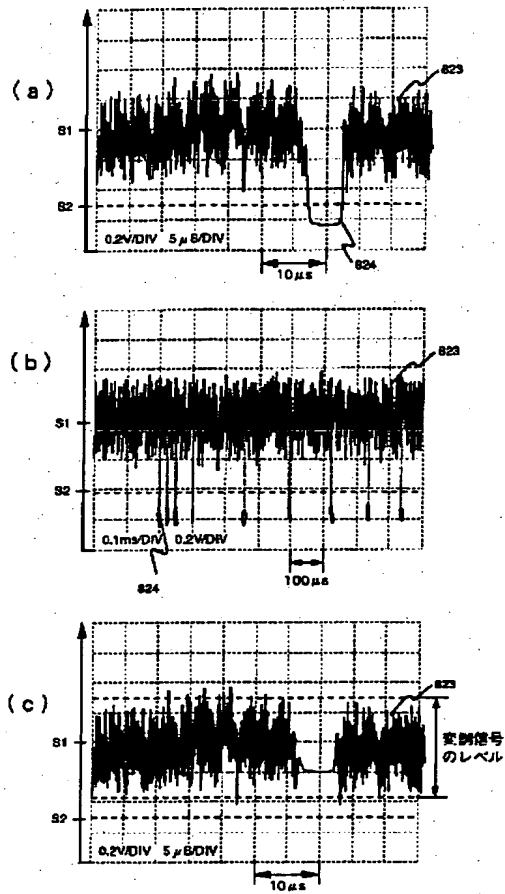
【図35】



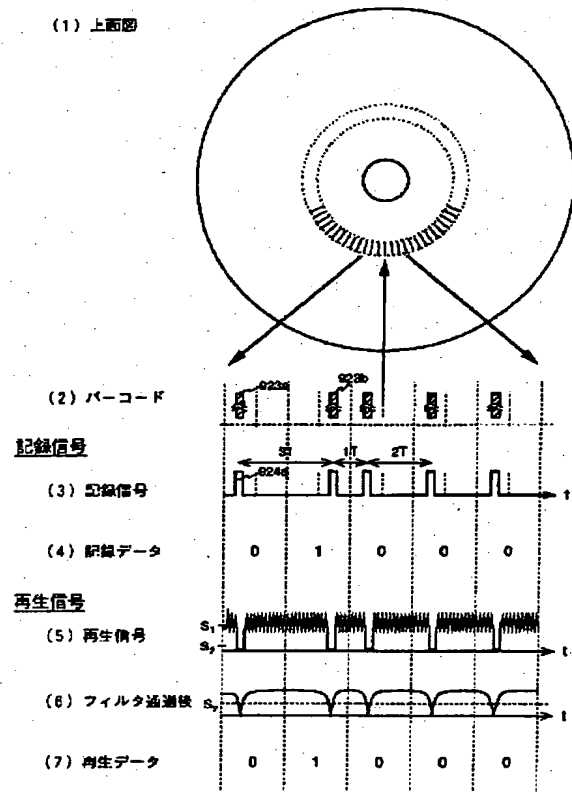
【図7】



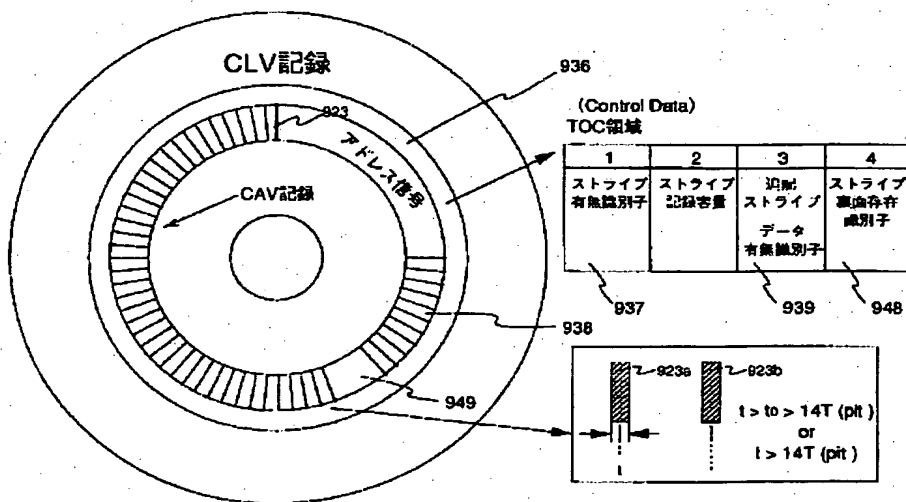
【図9】



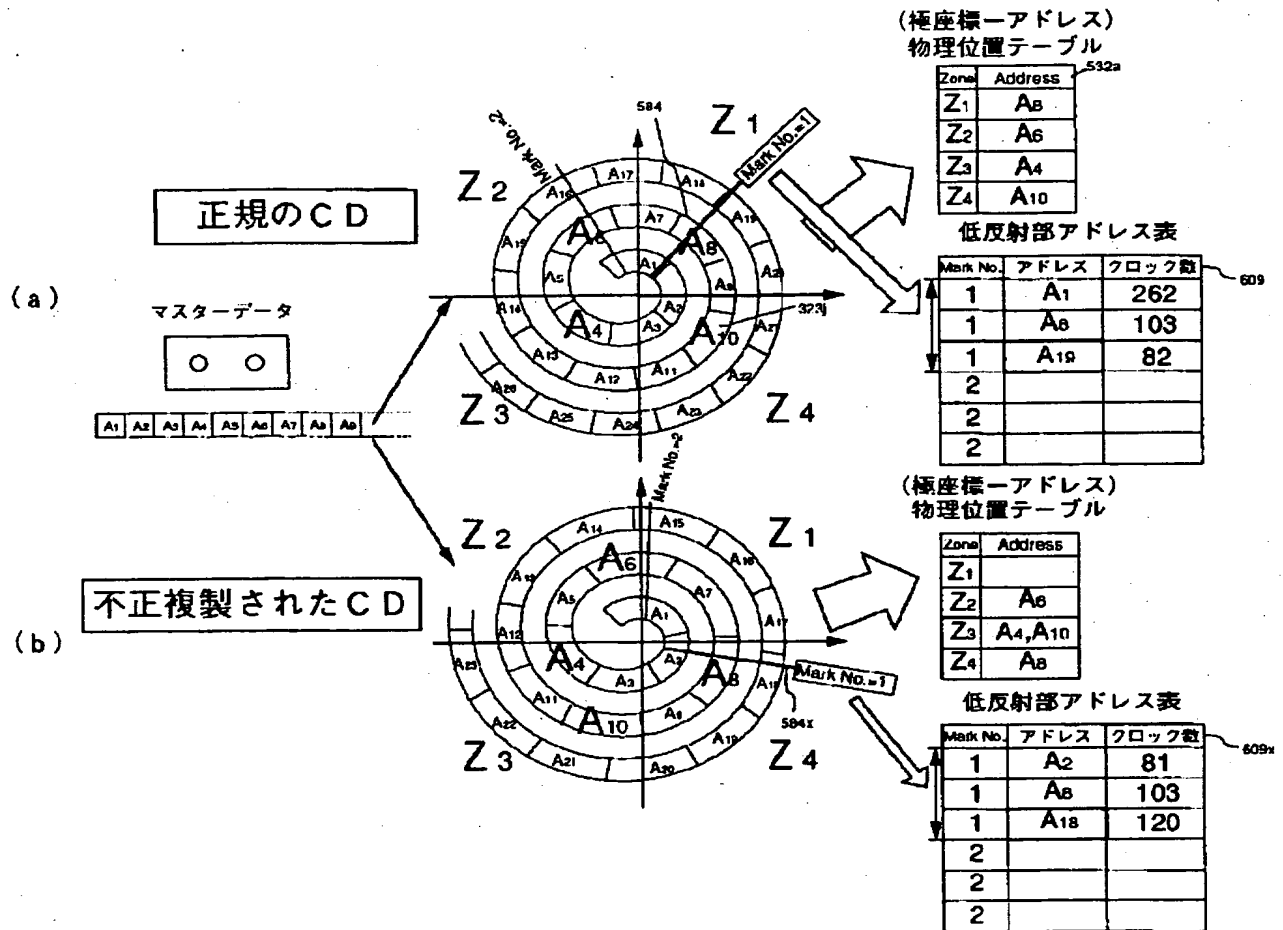
【図27】



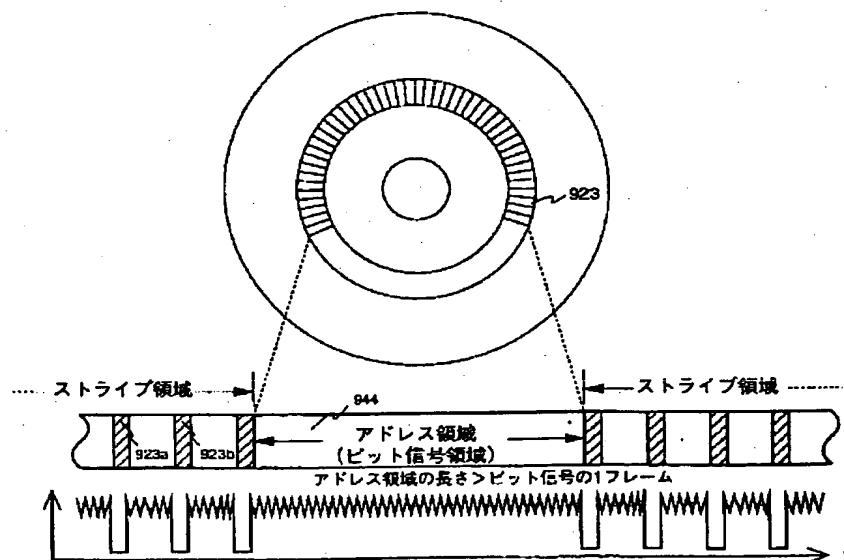
【図30】



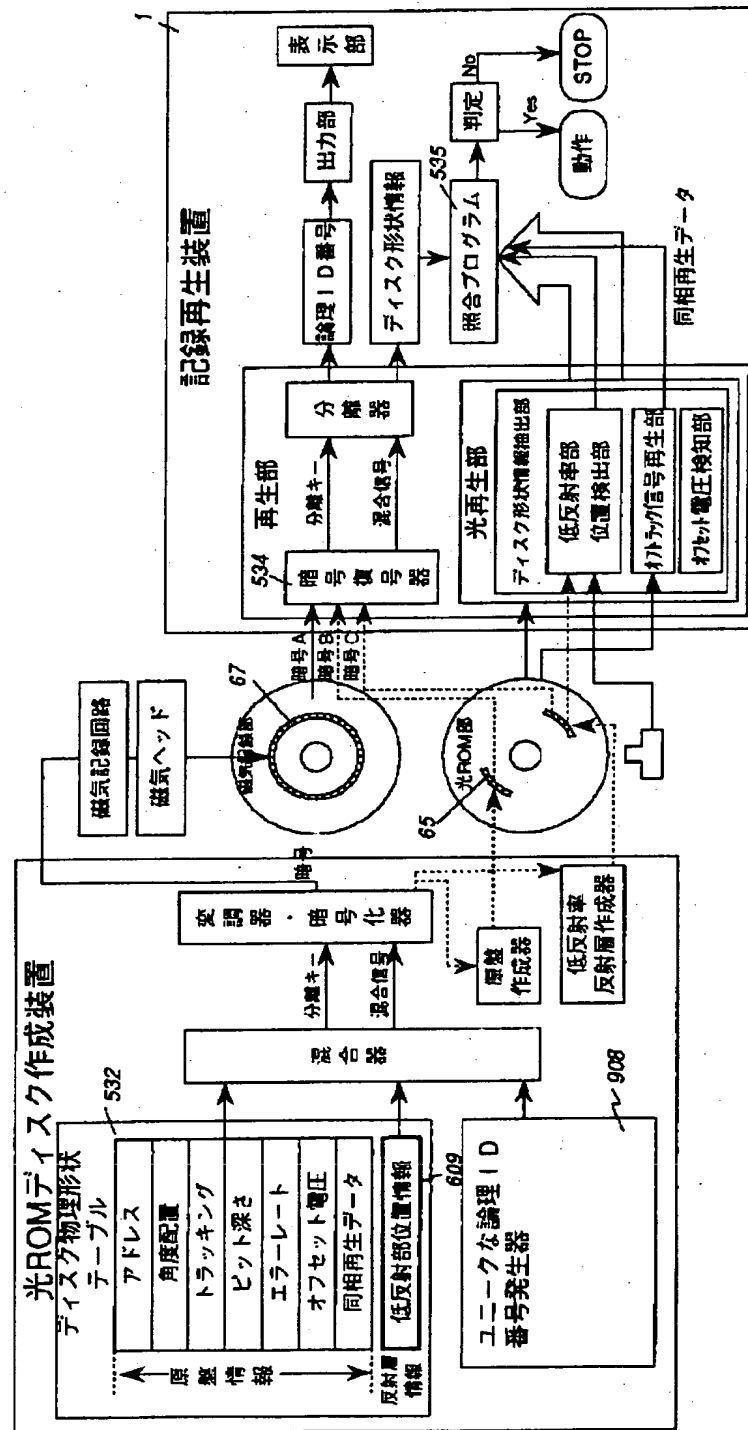
【図13】



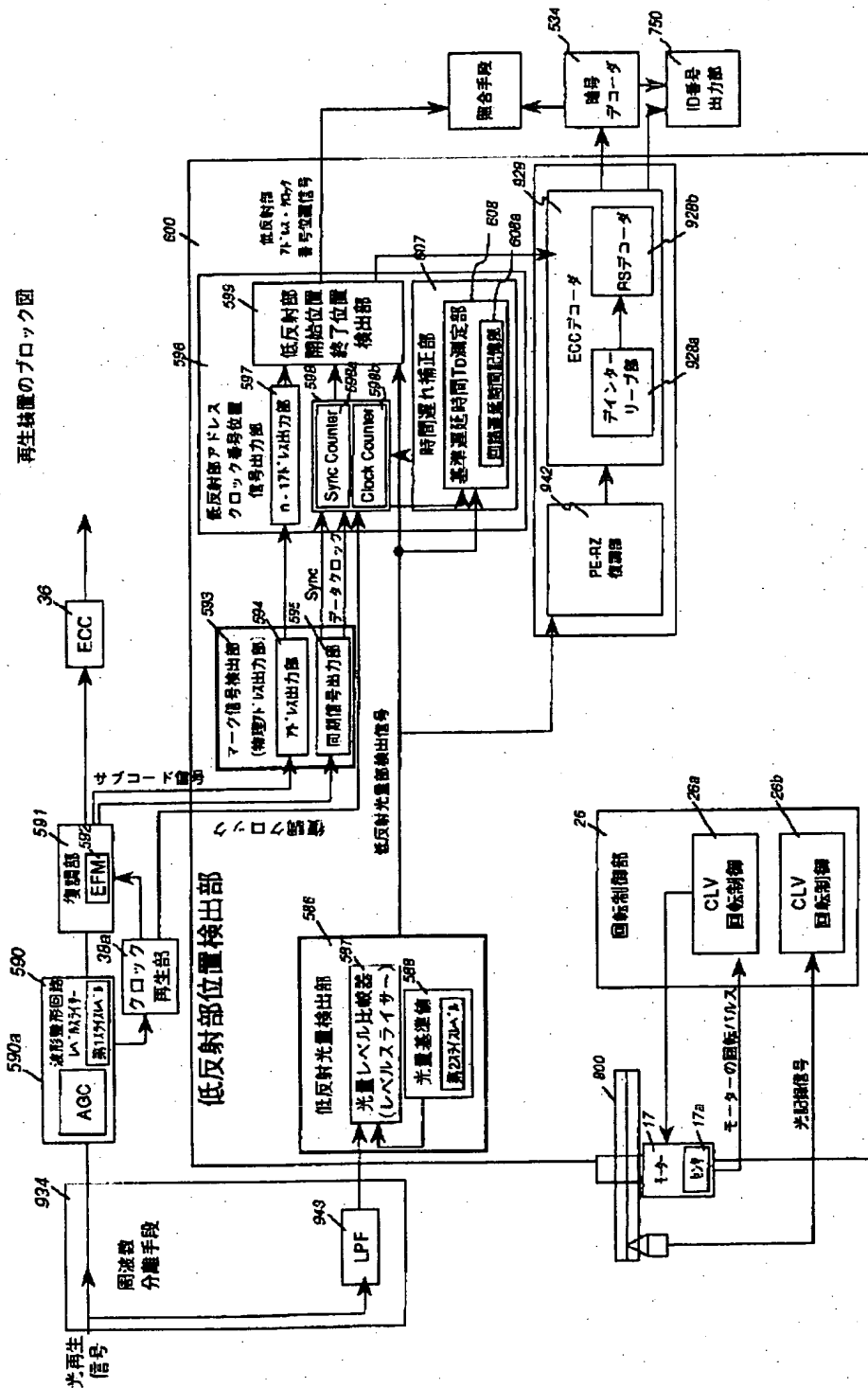
【図32】



【図14】



【図15】



(1) 光ディスクの断面図

(2) 反射光信号

(3) Envelope

(4) 再生信号

(5) 低周波再生検知信号

(6) クロック信号

(7) アドレス番号とクロック番号基準信号

(8) 正規ディスク(Track No.  $T_0+1$ )の次のトラックの信号

(9) 不法複製ディスク(Track No.  $T_0+1$ )の次のトラックの信号

【図17】

不正複製されたディスク

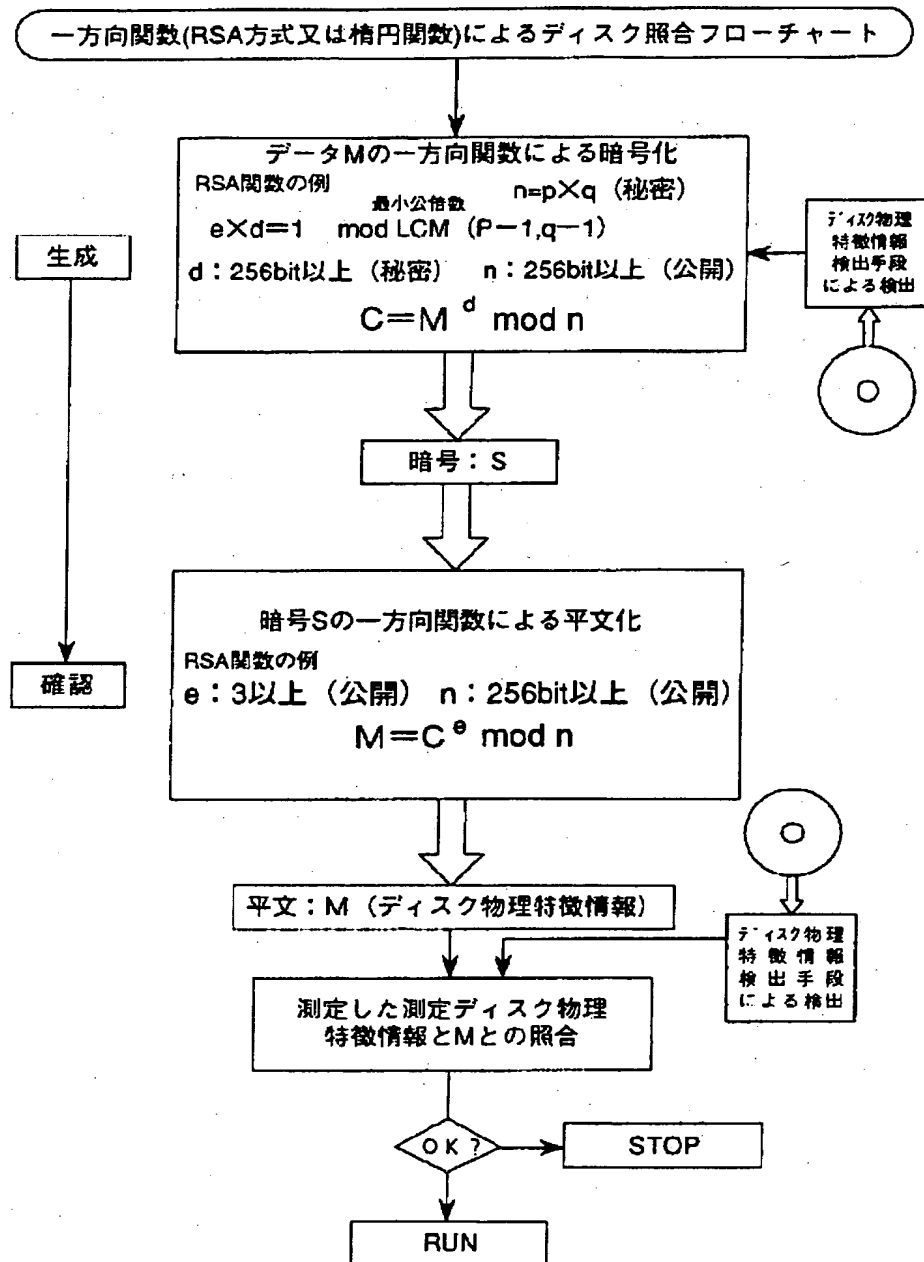
低反射部・アドレステーブル

7-7No.	開始位置			終了位置		
	アドレス	Sync No	加ゲ番号	アドレス	Sync No	加ゲ番号
1	n	S <sub>1</sub>	m+2	n		m+257
1	n+12	S <sub>2</sub>	m+21	n+12		m+277
1	n+22		m+4	n+22		m+230
:	:		:	:		:
2	n+1		m+36	n+1		m+190
2	n+13		m+120	n+13		m+281
2	n+25			n+25		
10	n+9					
10						

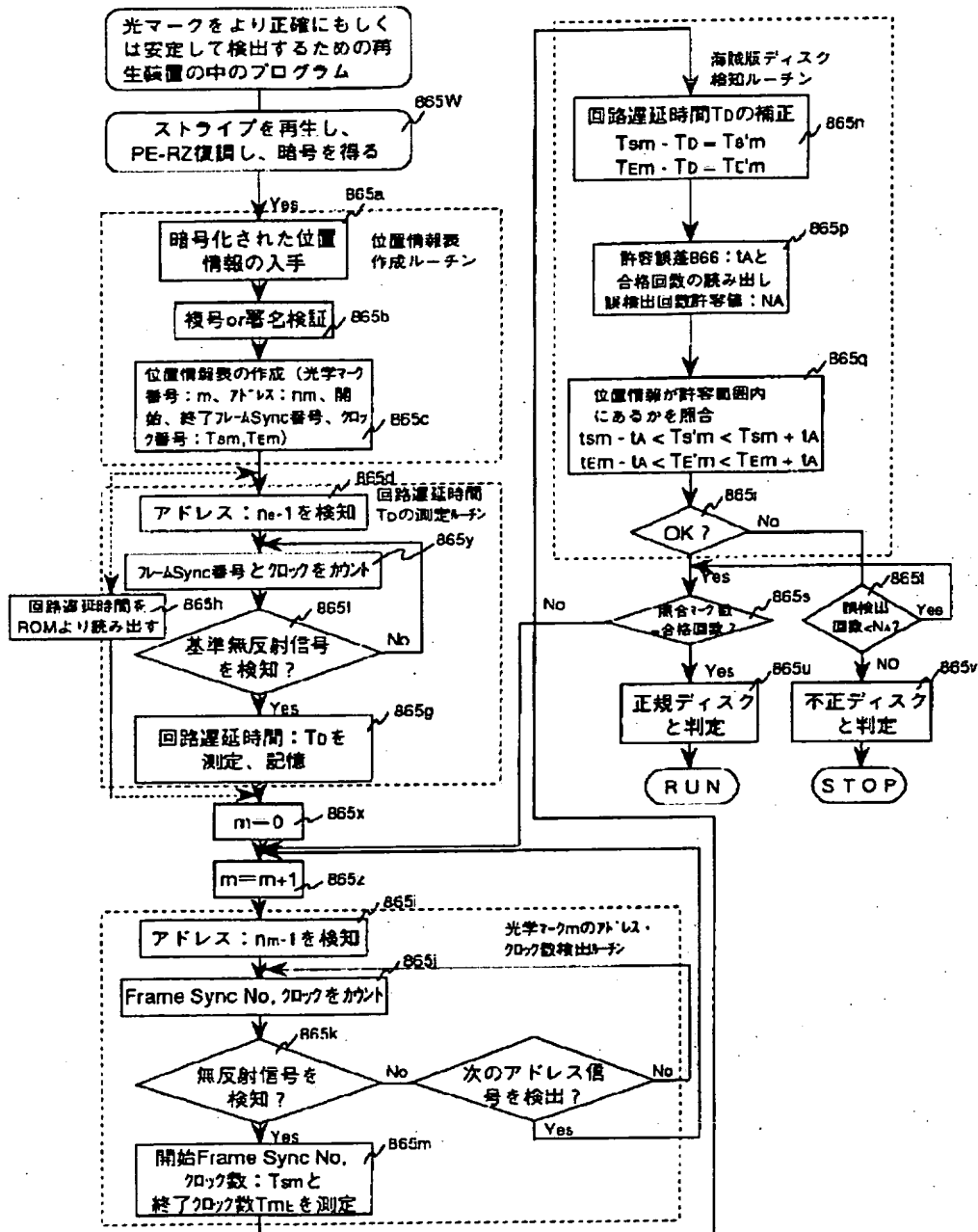
7-7No.	開始位置			終了位置		
	アドレス	Sync No	加ゲ番号	アドレス	Sync No	加ゲ番号
1	A n	S <sub>1</sub>	m+2	n		m+257
1	A n+12	S <sub>2</sub>	m+14	n+12		m+267
1	A n+23		m+25	n+23		m+300
:	:		:	:		:
2	A n+1		m+15	n+1		m+160
2	A n+13		m+85	n+13		m+250
2	A n+24		m+68	n+24		m+210
10	A n+9					
10						

比較

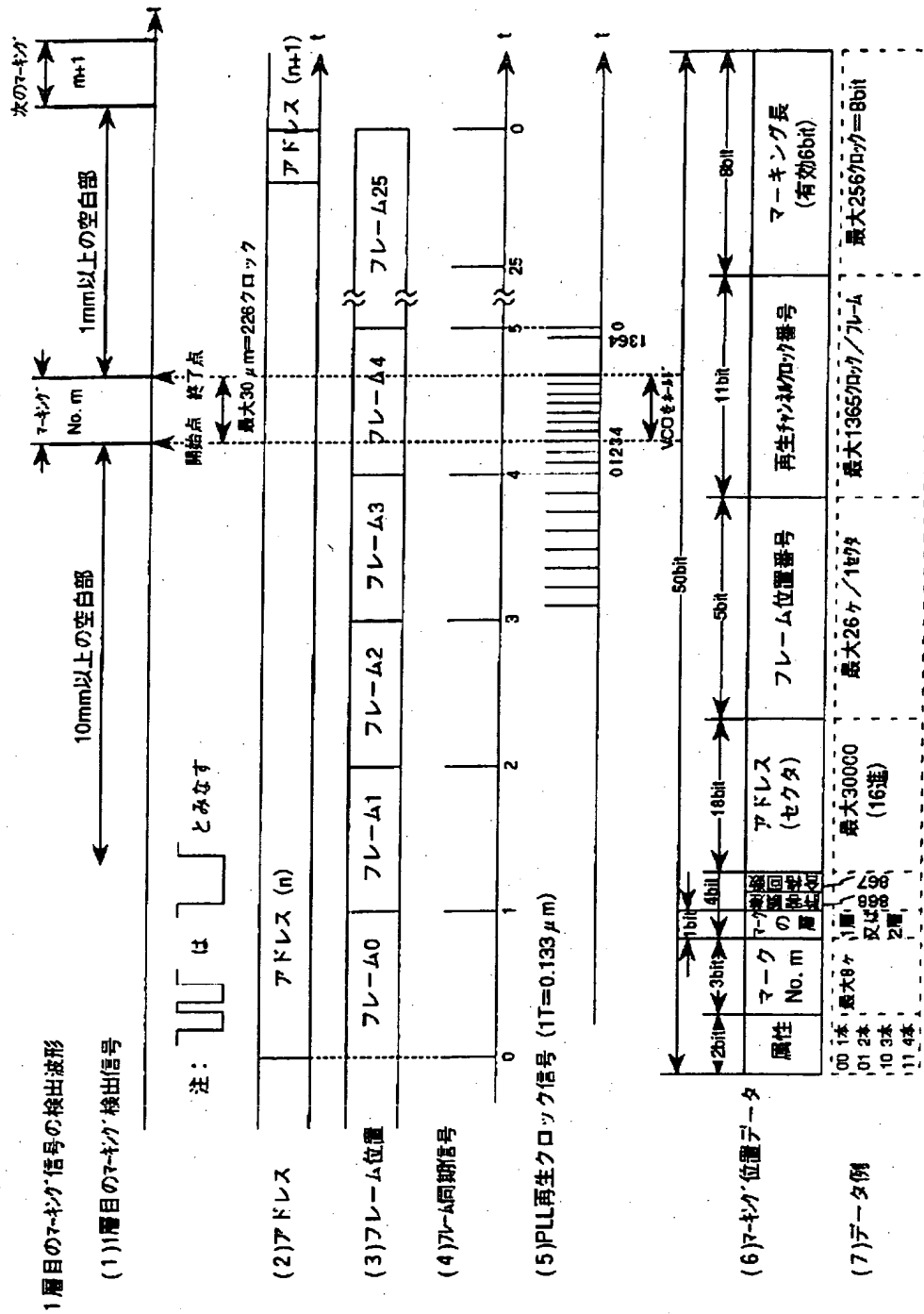
【図18】



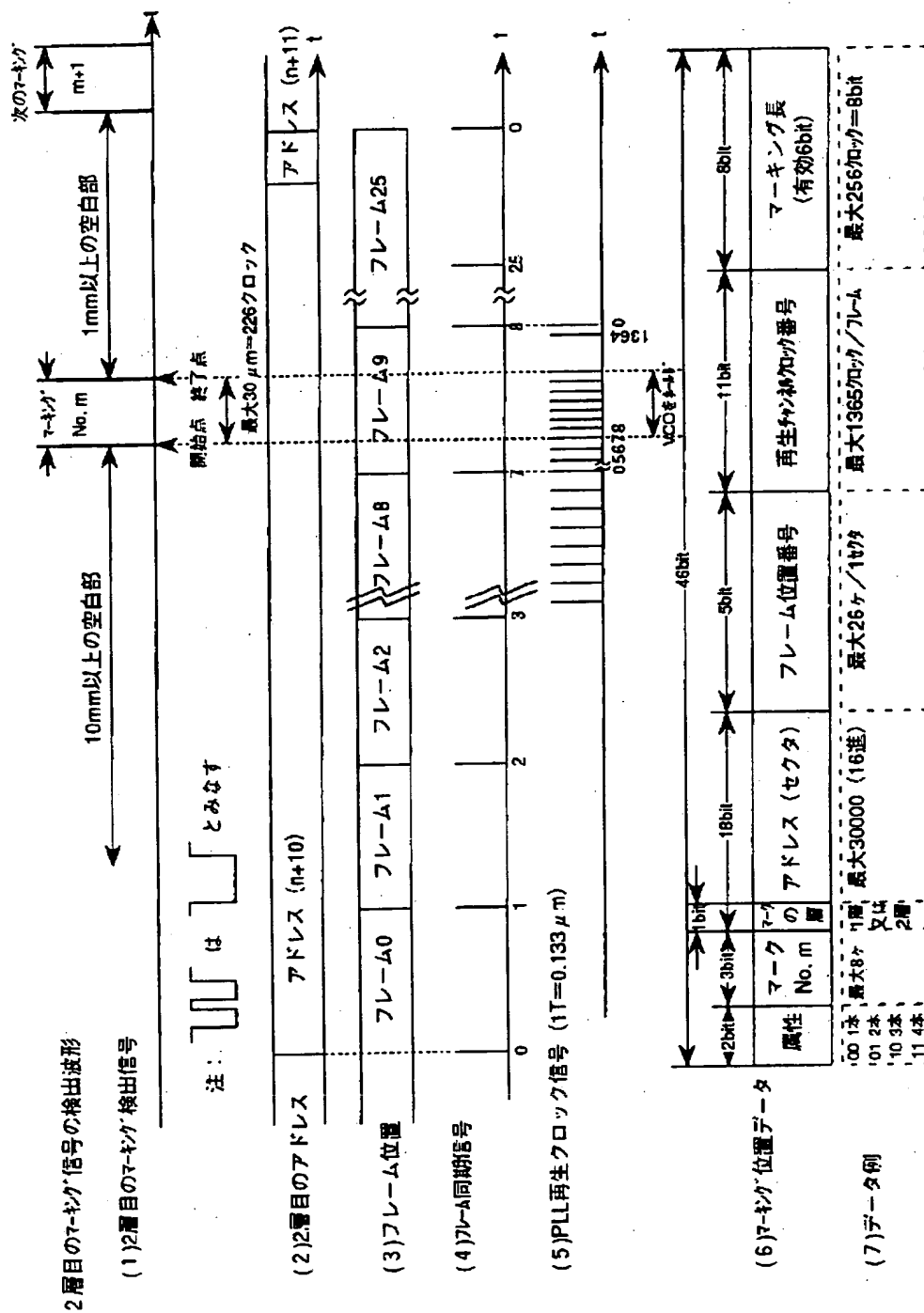
【图 19】



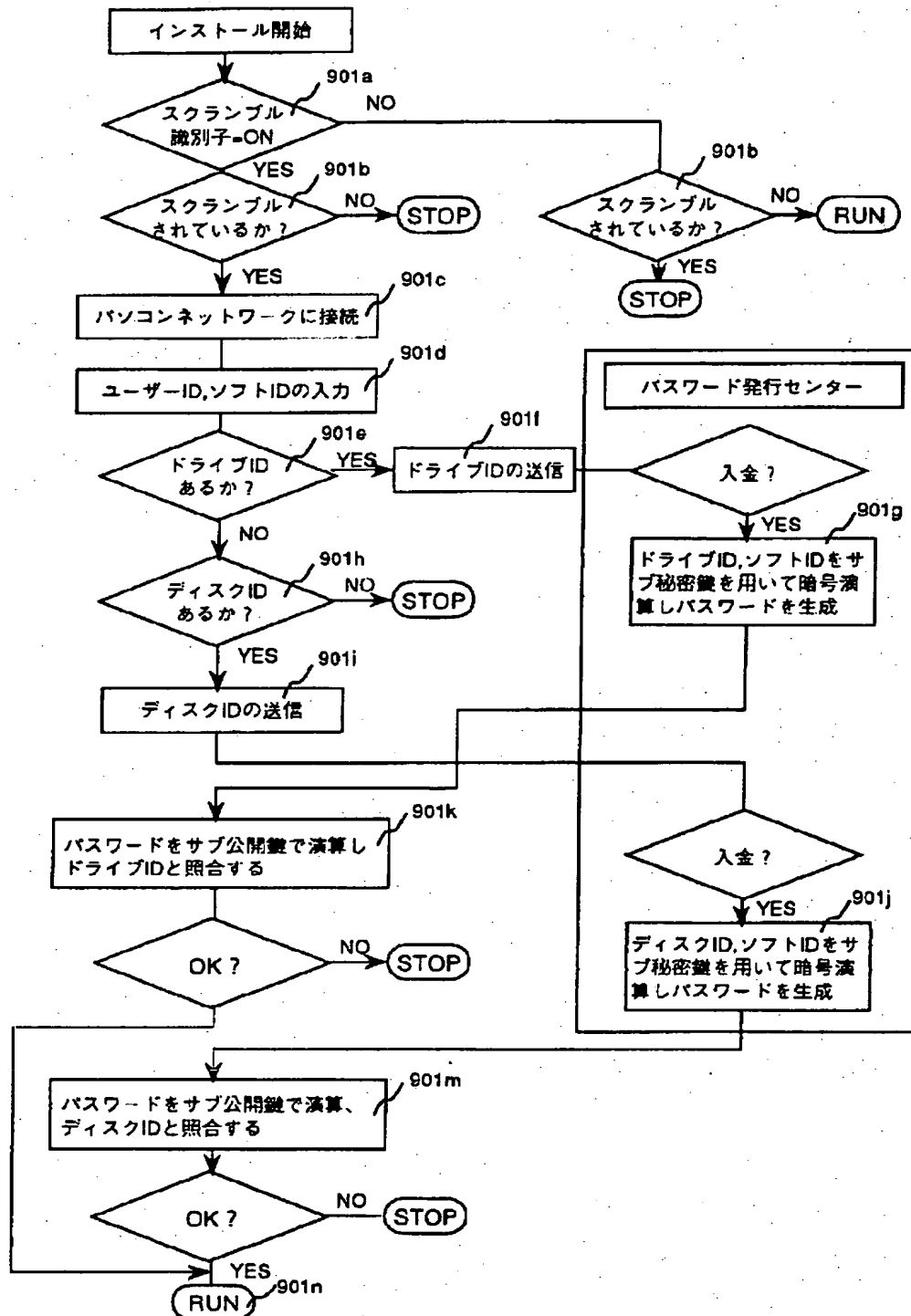
【図20】



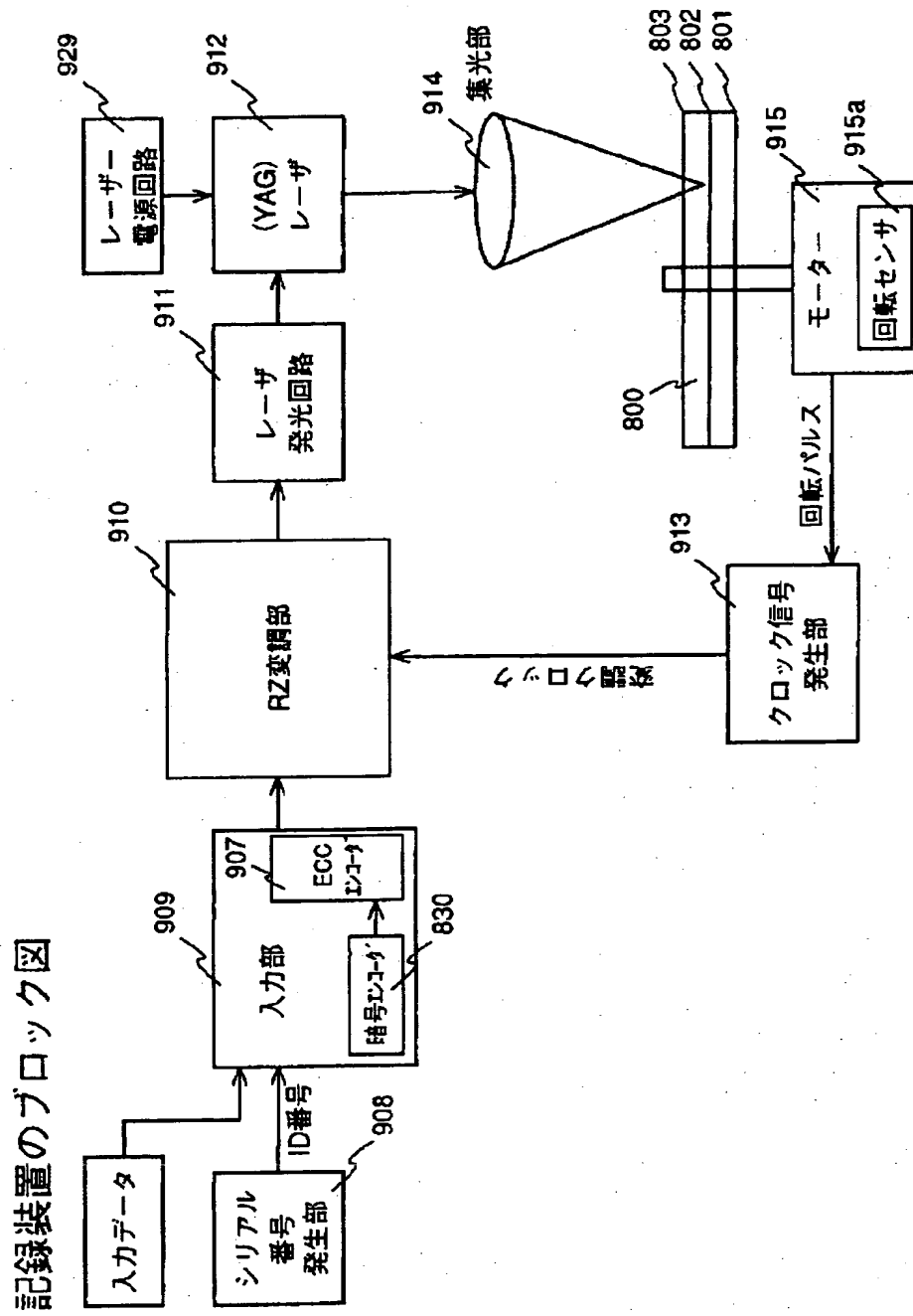
【図21】



【図22】



【図23】

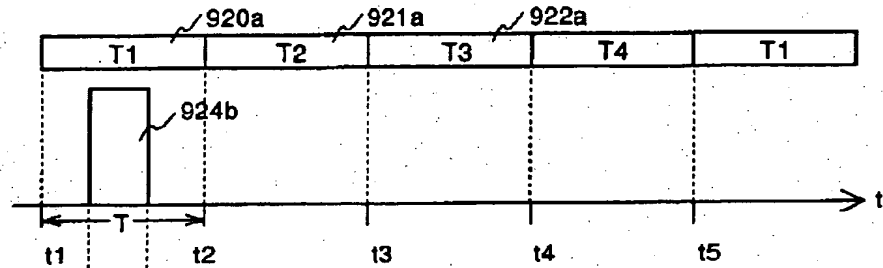


【図24】

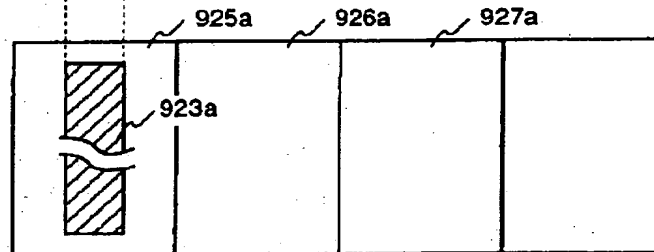
## RZ記録

回転パルスに  
基づく記録クロック

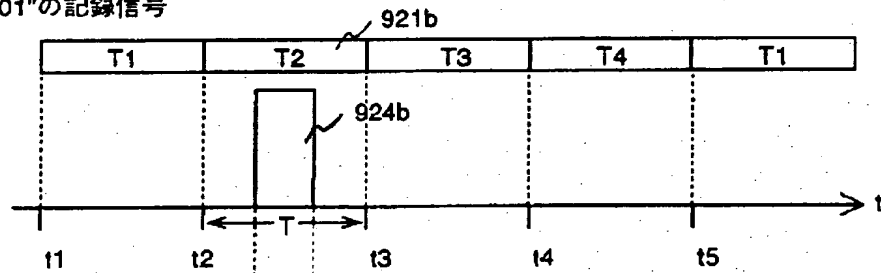
(1) "00"の記録信号



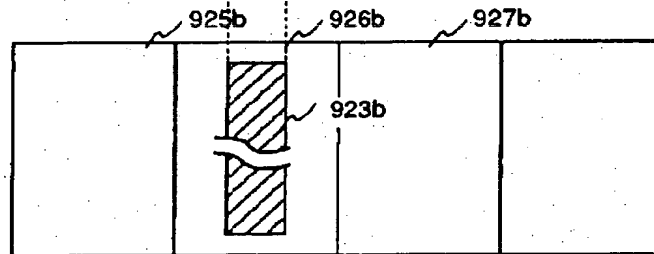
(2) "00"のトリミングパターン



(3) "01"の記録信号



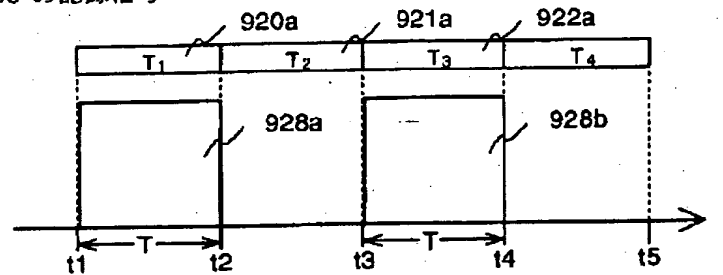
(4) "01"のトリミングパターン



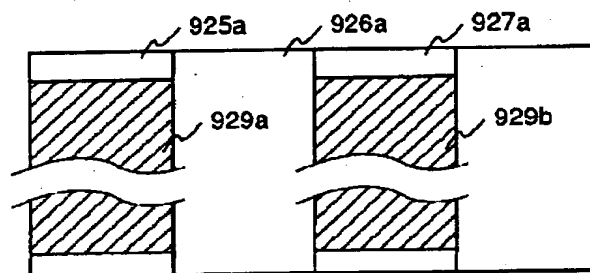
【図25】

## NRZ記録

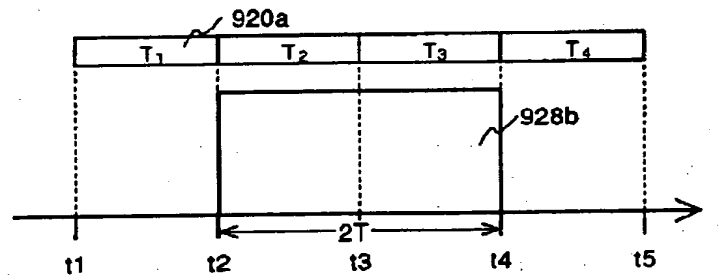
(1) "00"の記録信号



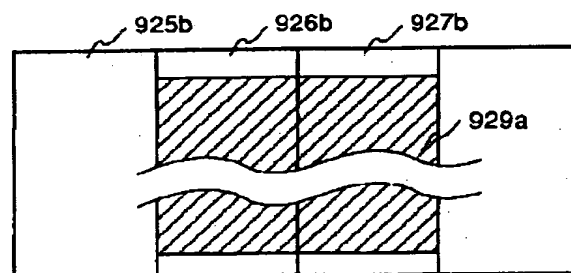
(2) "00"のトリミングパターン



(3) "10"の記録信号



(4) "10"のトリミングパターン

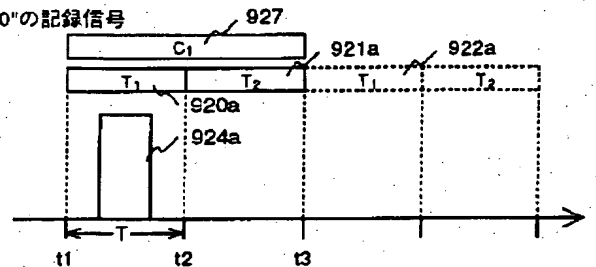


【図26】

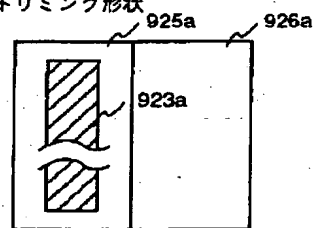
PE-RZ記録

記録  
クロック

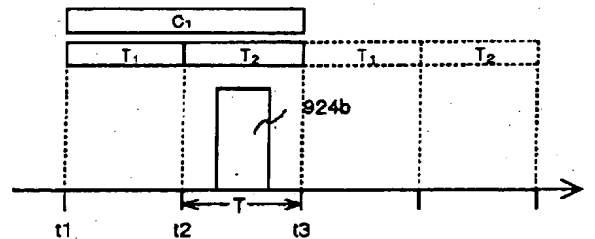
(1) "0"の記録信号



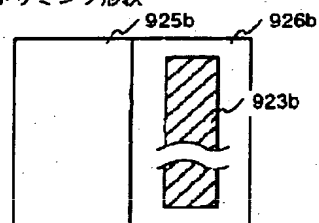
(2) "0"のトリミング形状



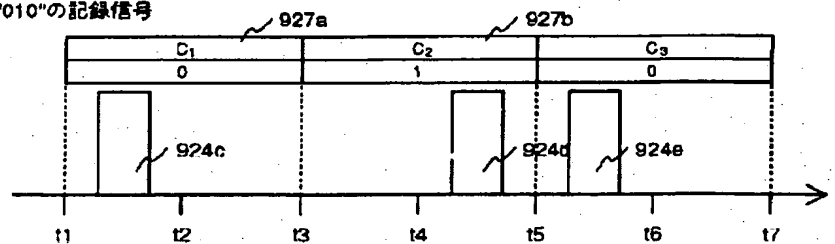
(3) "1"の記録信号



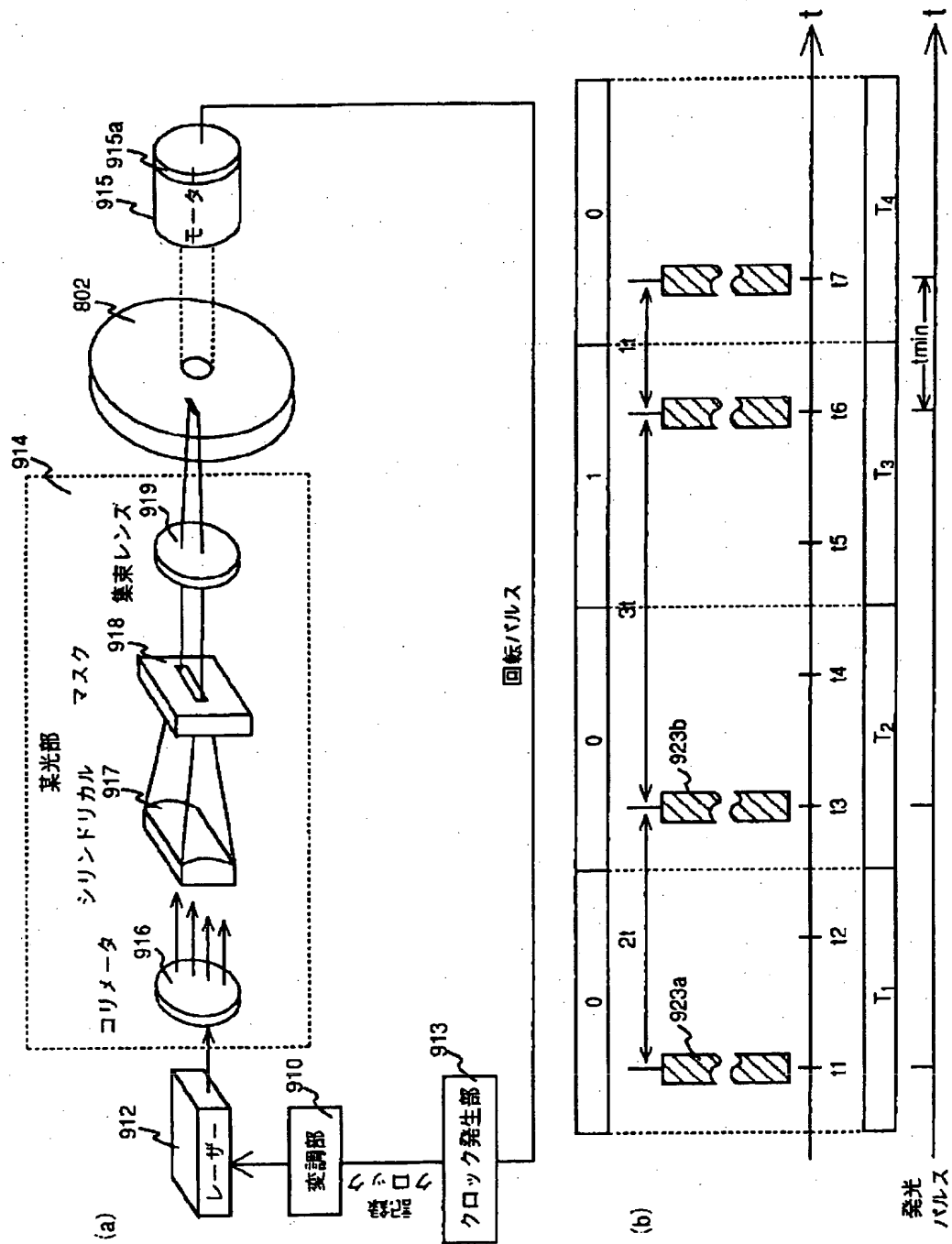
(4) "1"のトリミング形状



(5) "010"の記録信号



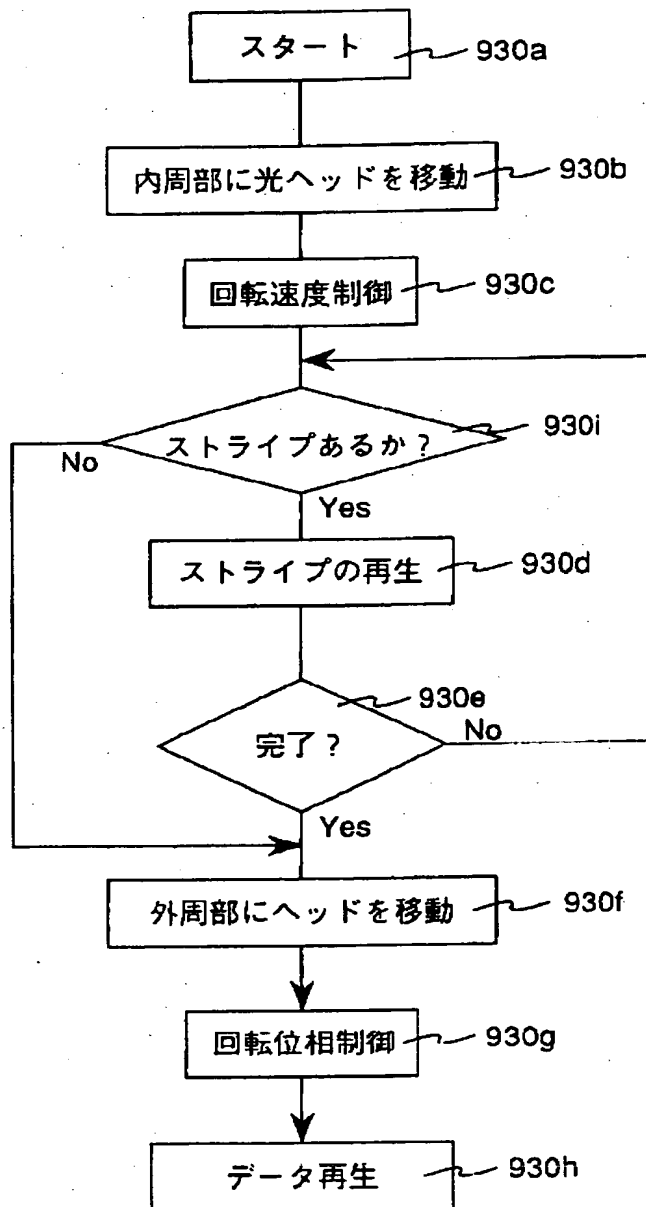
【図28】



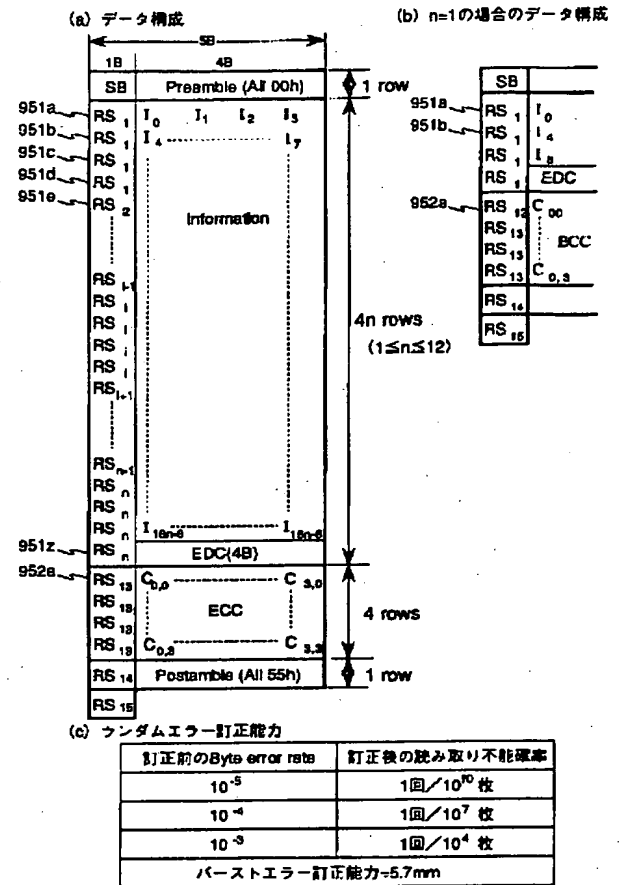
(a) Schematic diagram of the optical system. The system includes a laser (912), a modulator (910), a clock generator (918), a clock divider (916), a cylindrical mask (917), a cylindrical lens (918), a mask (919), a lens (932a), a lens (932b), a lens (933), a lens (934), and a motor (915). The system is controlled by a clock signal (918) and a bias signal (916). The motor (915) is connected to the lens (933).

(b) Timing diagram of the optical system. The diagram shows the relationship between the clock signal (918) and the bias signal (916). The clock signal is a square wave with a period of  $2t$ . The bias signal is a square wave with a period of  $2t$ . The diagram also shows the timing of the light pulses (933a, 933b) and the motor (915). The light pulses are generated at times  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7$ . The motor is driven at times  $T_1, T_2, T_3, T_4$ . The diagram is divided into four sections labeled 0, 1, 2, and 3.

【図31】

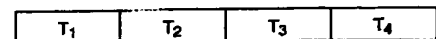


【図33】

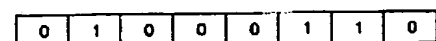


【図37】

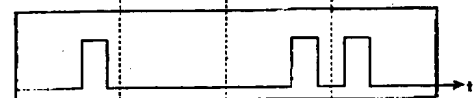
(1) タイムスロット



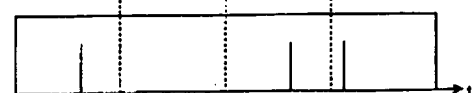
(2) チャンネルビット



(3) 記録パルス



(4) 発光パルス

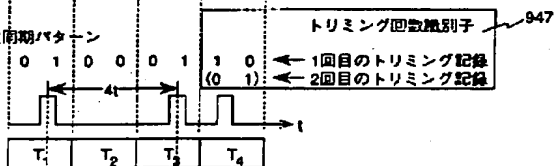


【図34】

(a) 同期符号のデータ

Sync Byte / Resync	同期符号												
	Bit Pattern												
	Fixed Pattern (Channel bit)							Sync Code (Data bit)					
	C <sub>15</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>9</sub>	b <sub>9</sub>	b <sub>8</sub>	b <sub>7</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>
SB	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
RS <sub>1</sub>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
RS <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
⋮													
RS <sub>1</sub>	0	1	0	0	0	1	1	0					
⋮													
RS <sub>15</sub>	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1

(b) 固定同期パターン

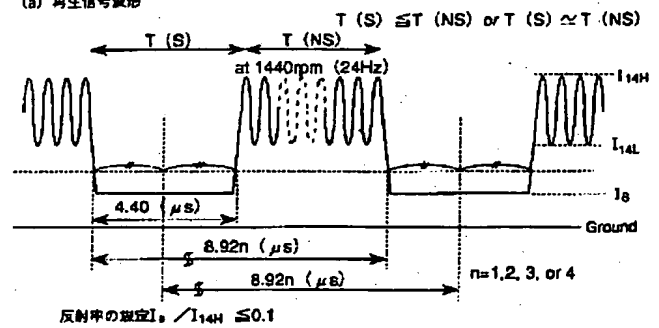


(c) 最大容量

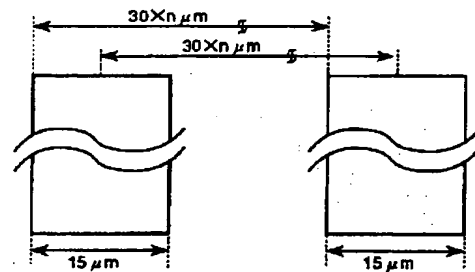
	記録容量	総バイト数	効率	記録角度	未記録角度
最小	12B	41B	29.3%	51度	309度
最大	188B	271B	69.4%	336度	24度

【図36】

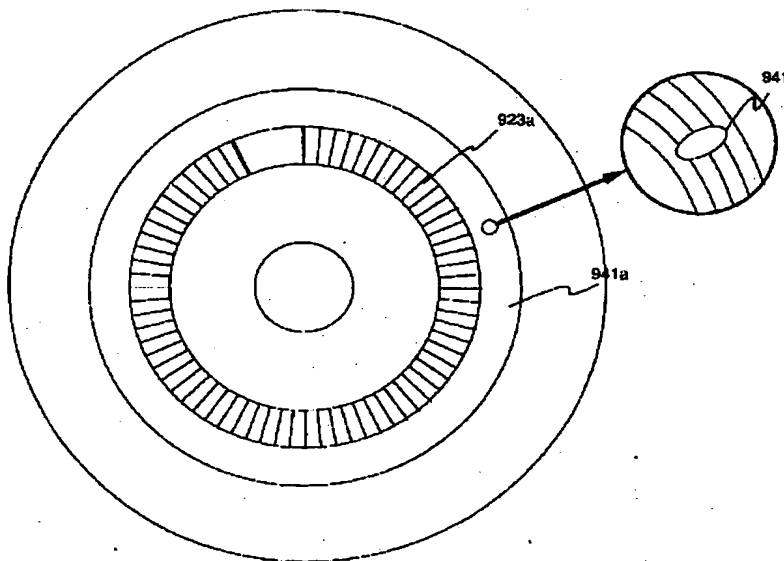
(a) 再生信号波形



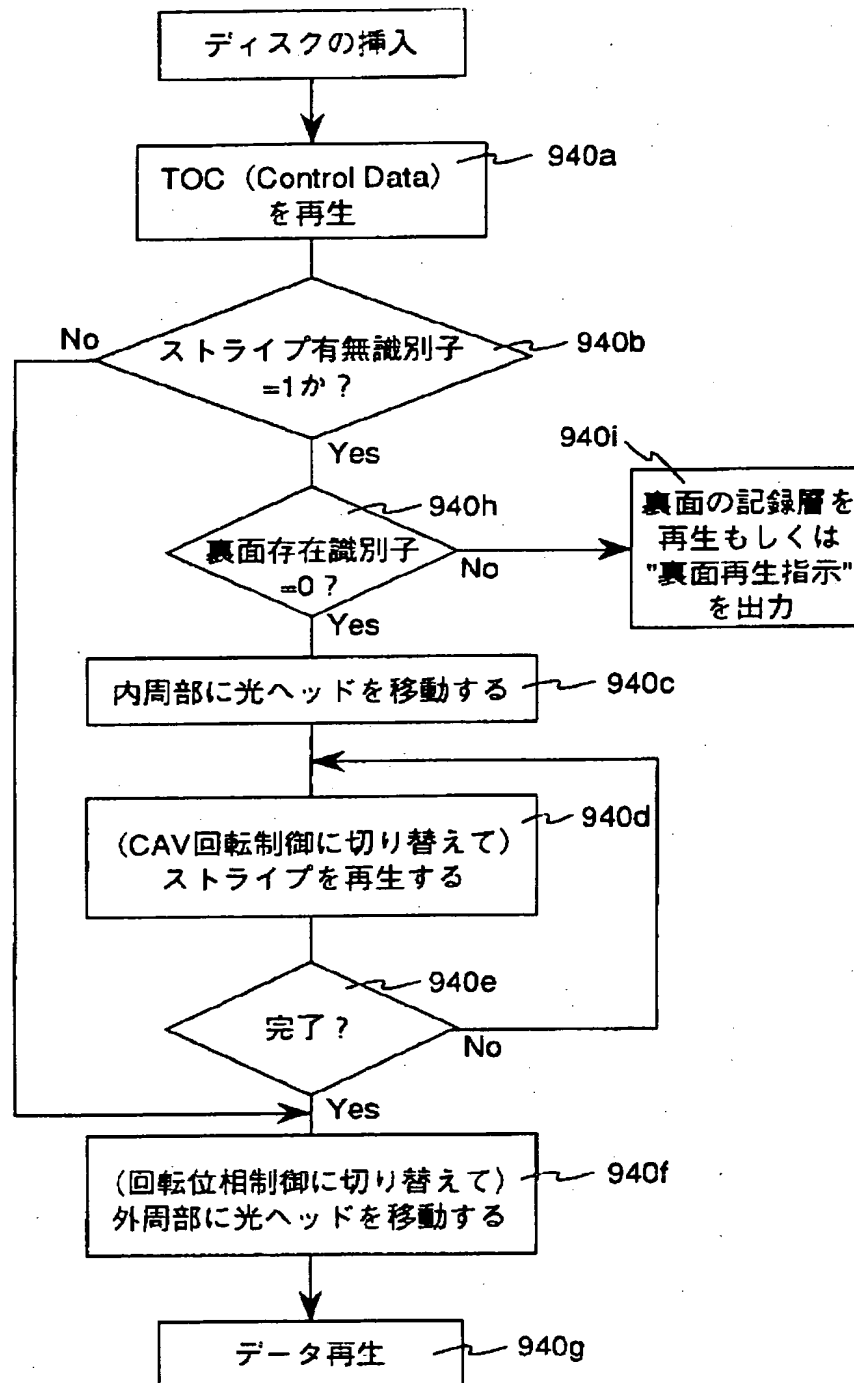
(b) スリットの寸法精度 (at r=22.2mm)



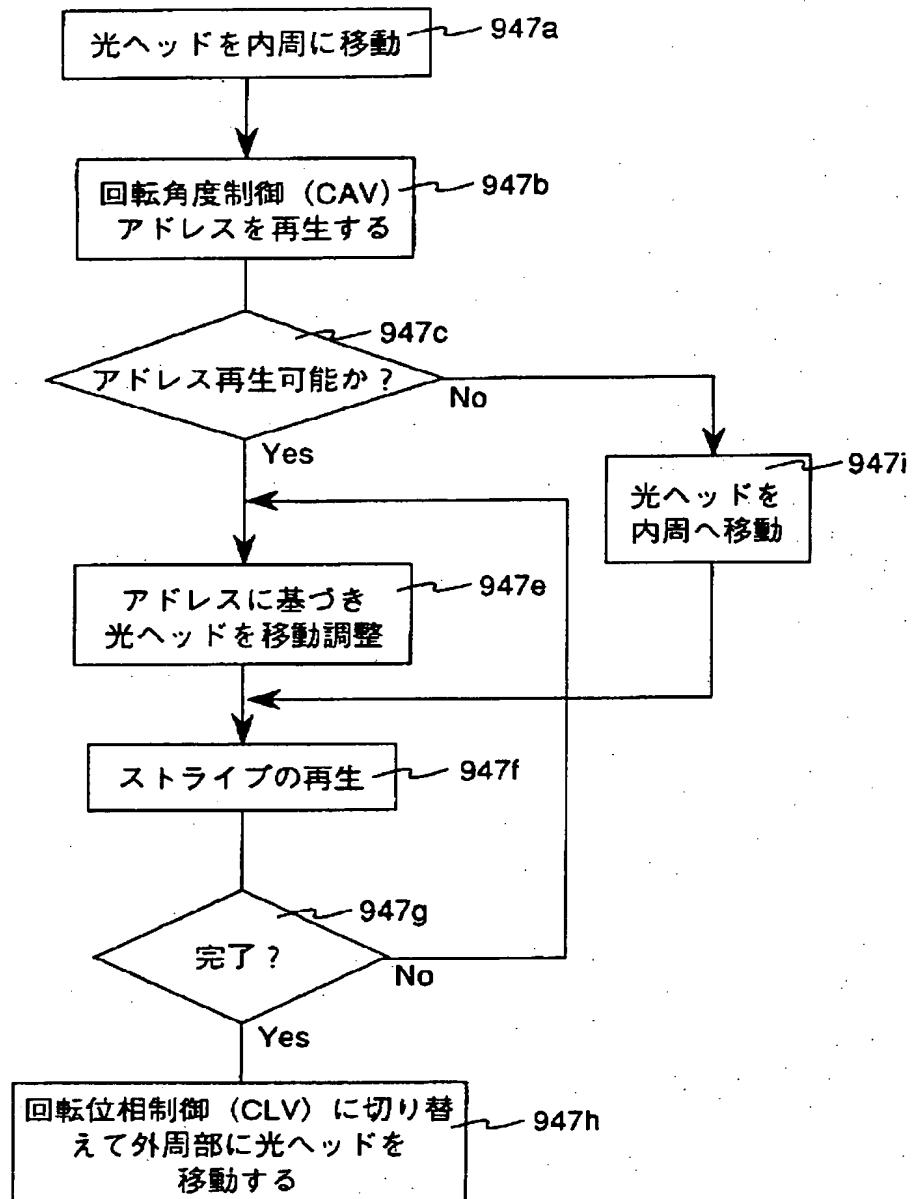
【図39】



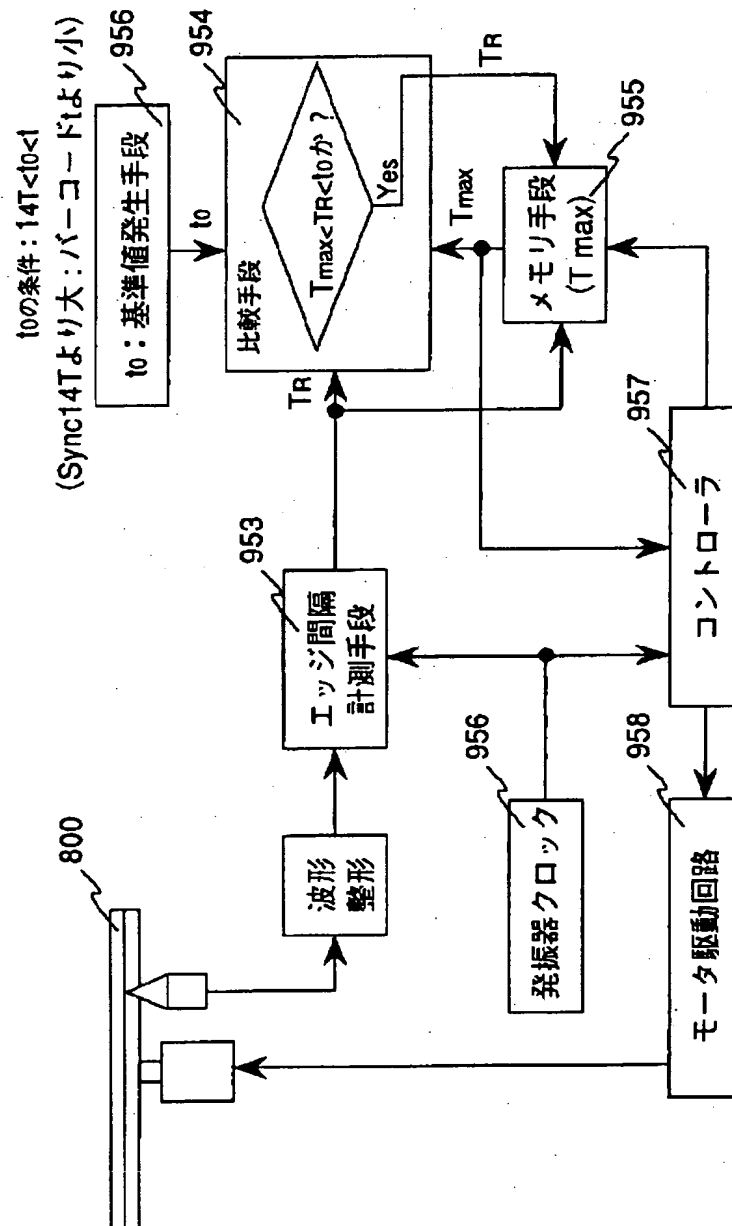
【図38】



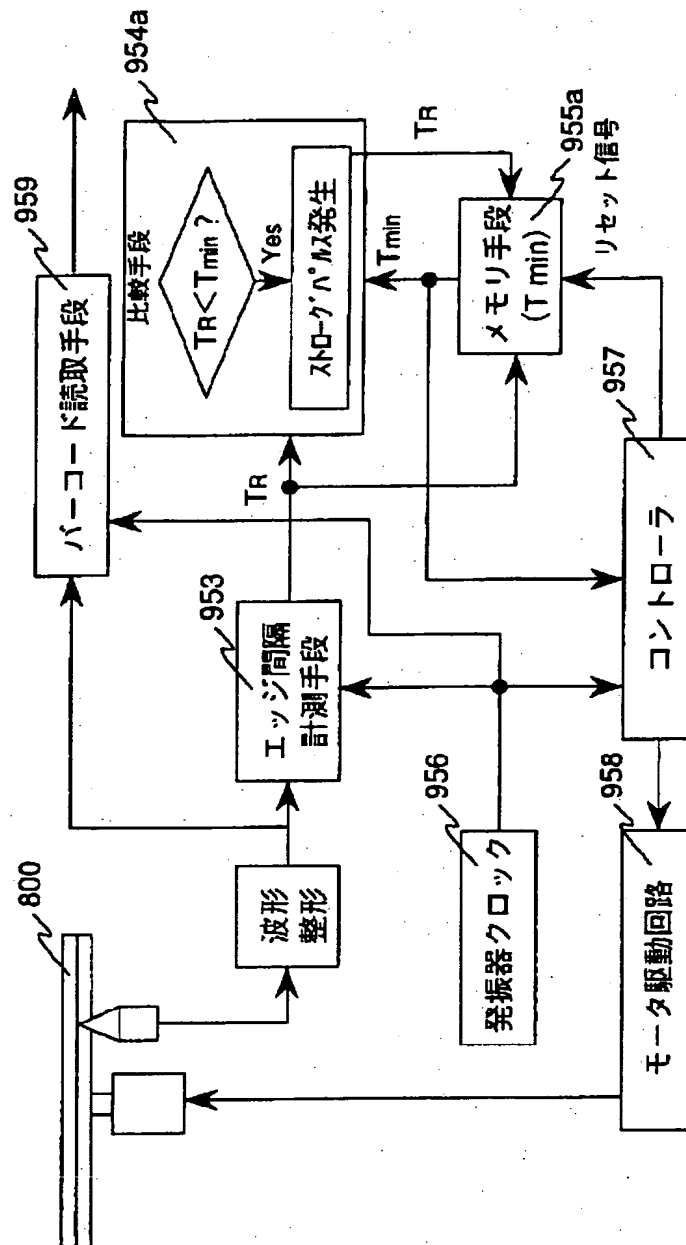
【図40】



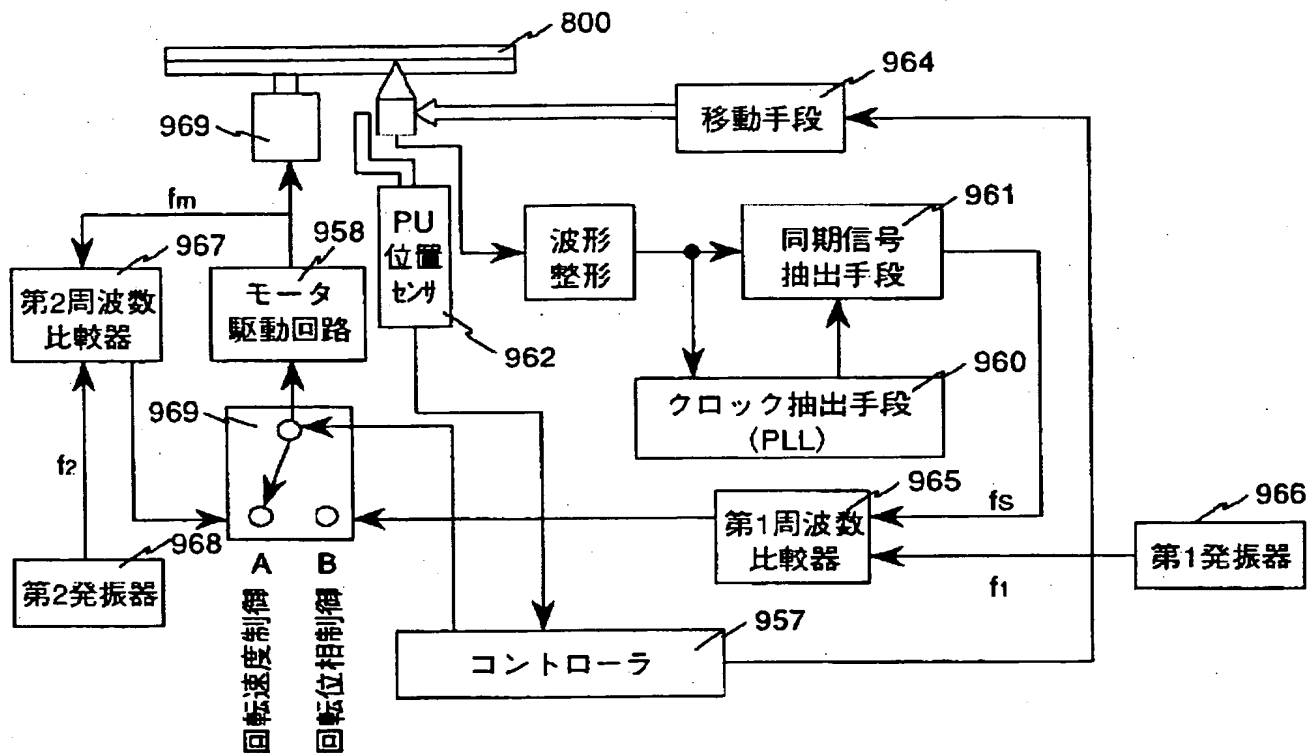
【図41】



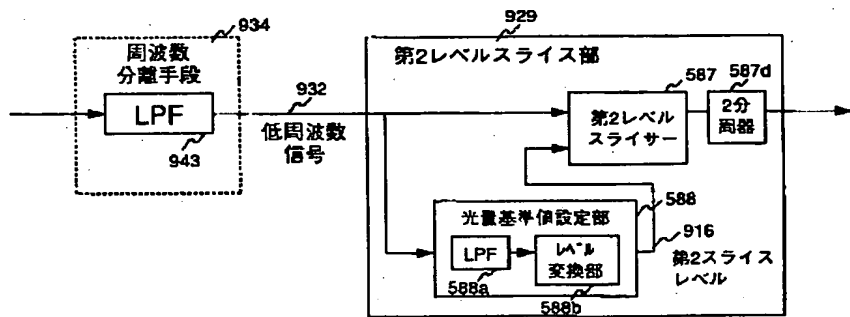
【図42】



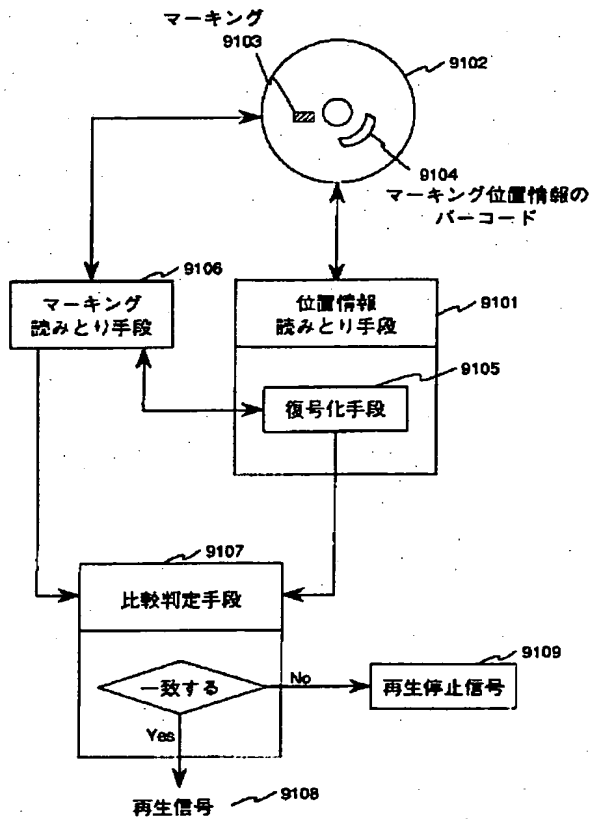
【图4-3】



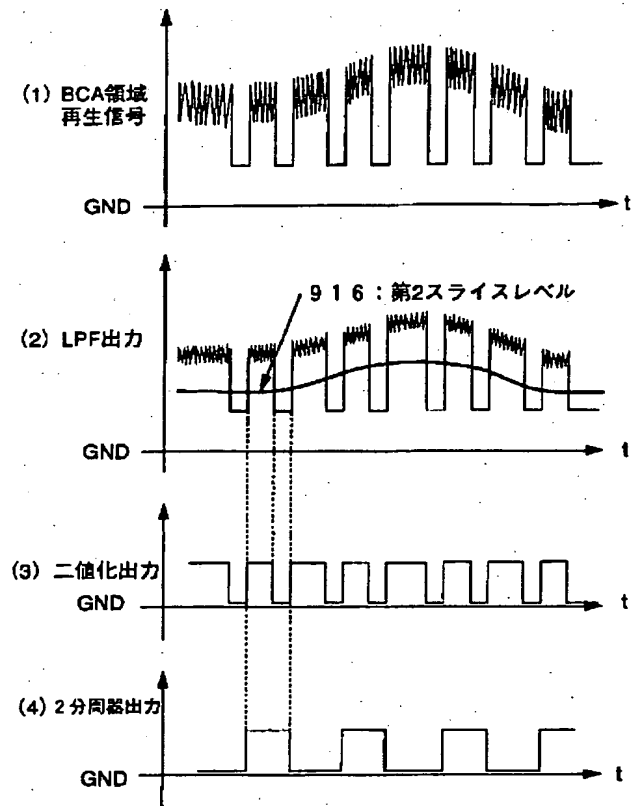
【图45】



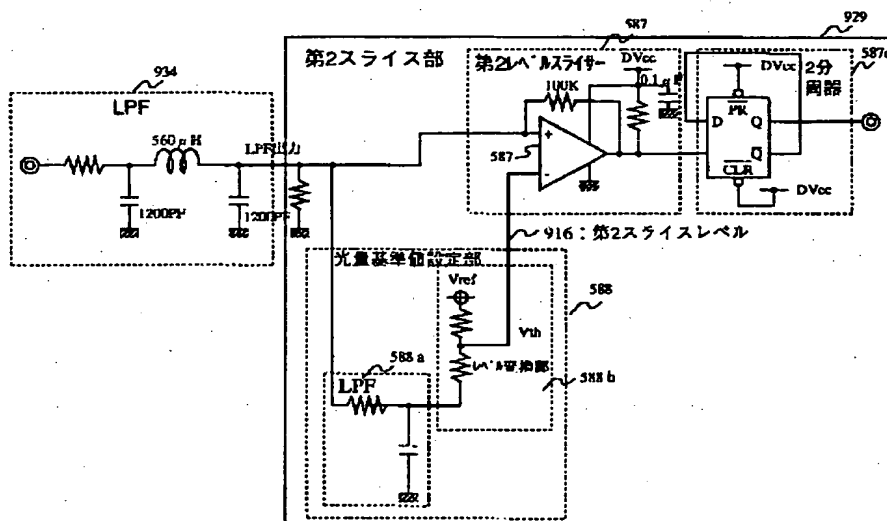
【図44】



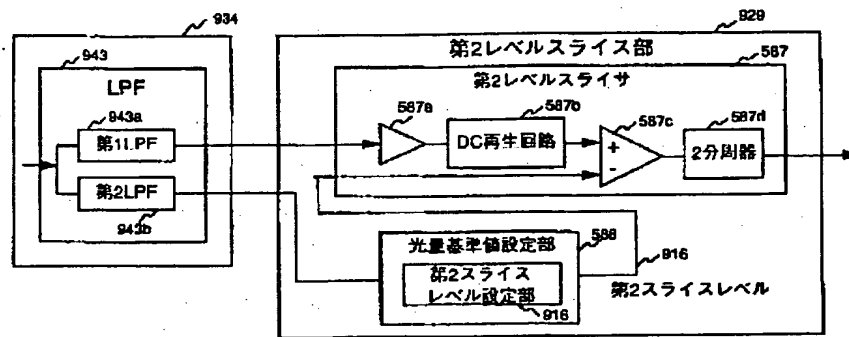
【図46】



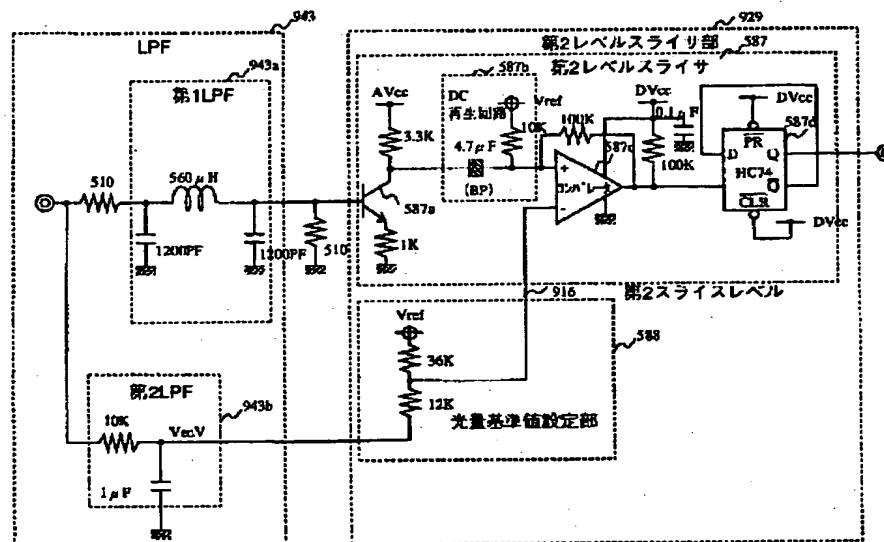
【図47】



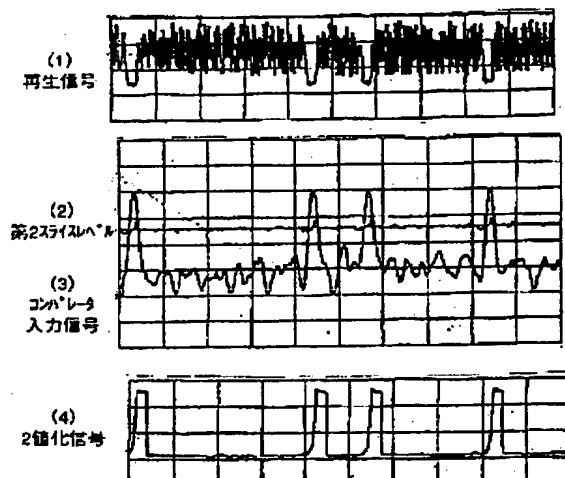
【図48】



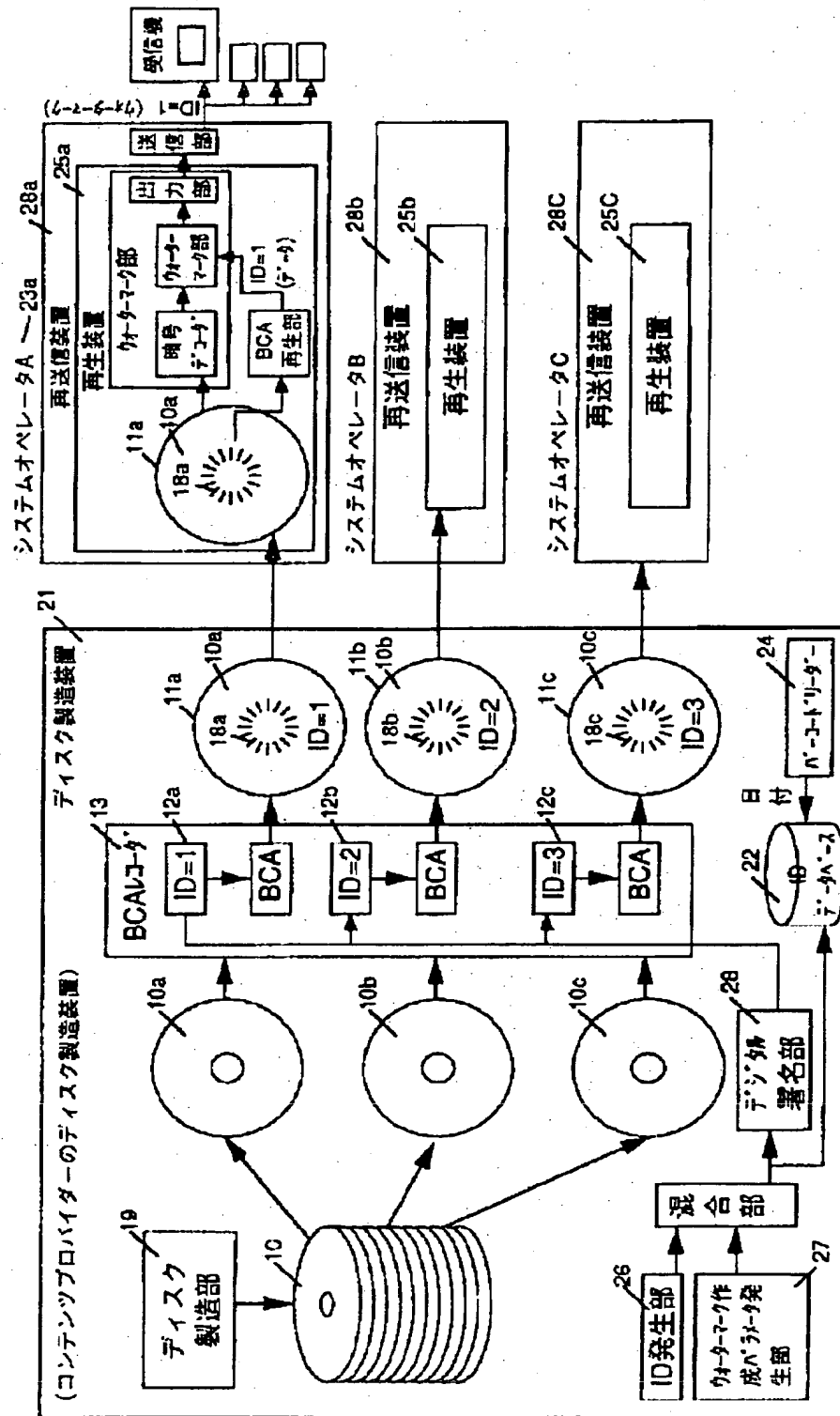
【図49】



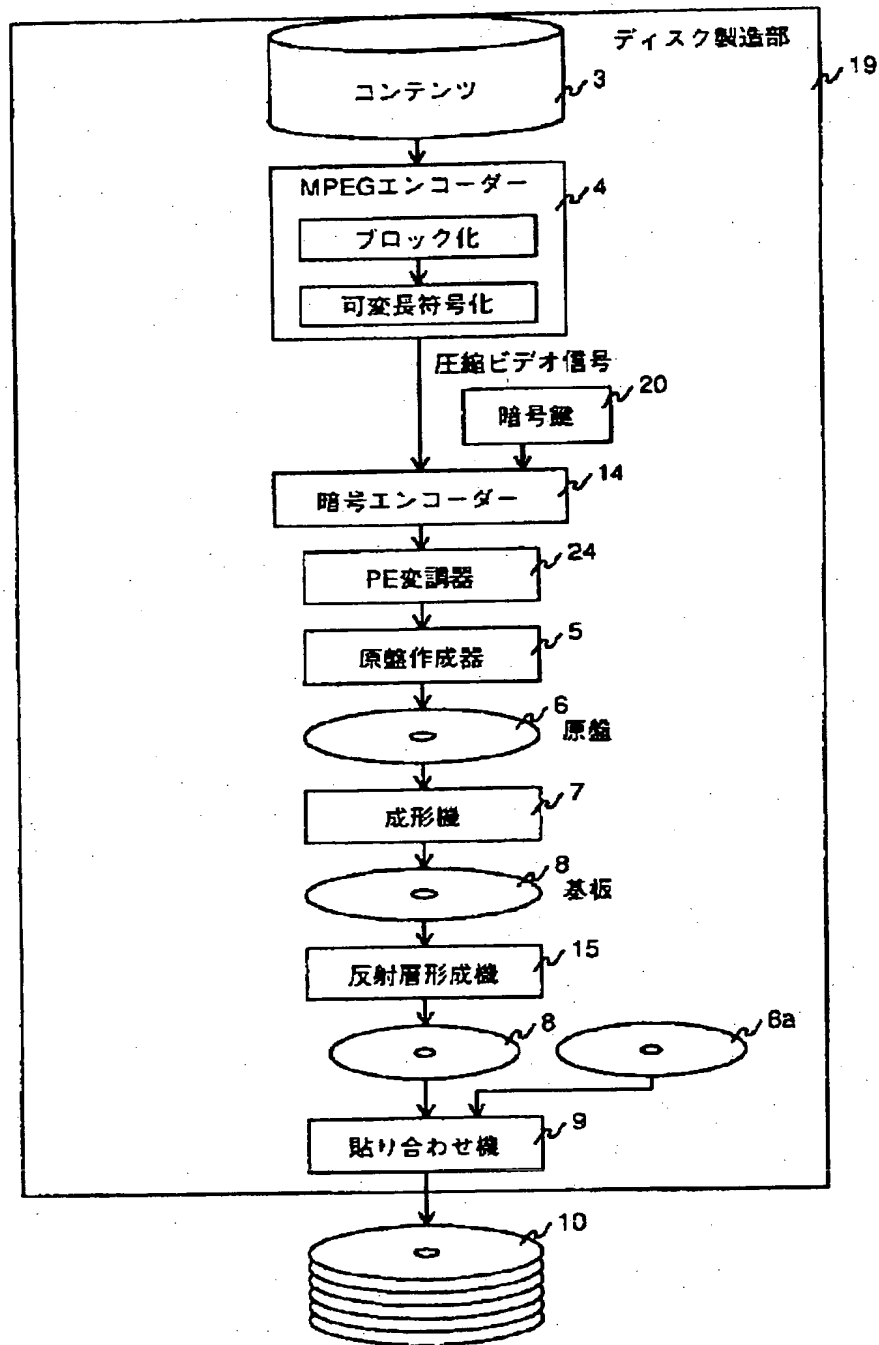
【図50】



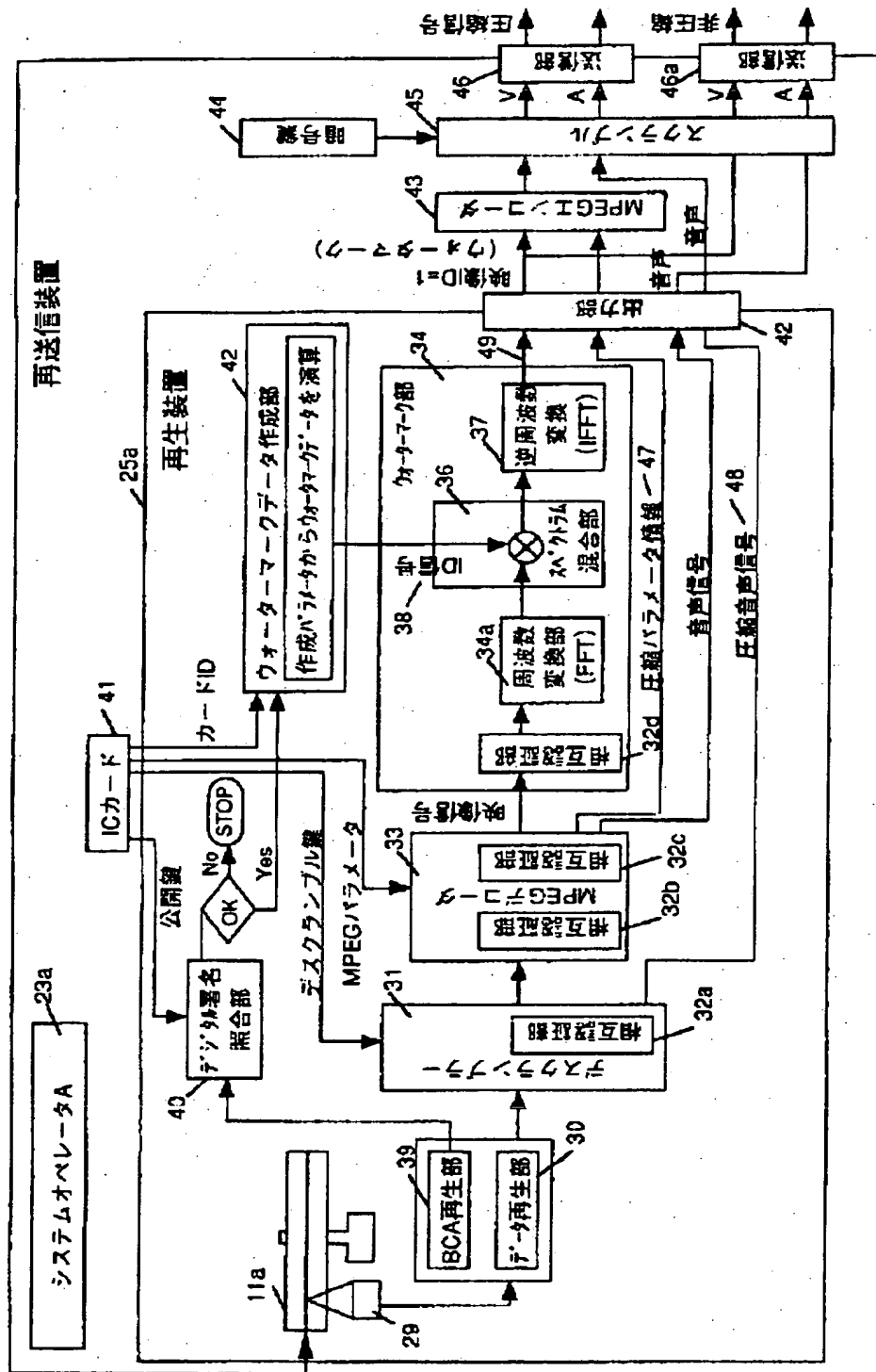
【図51】



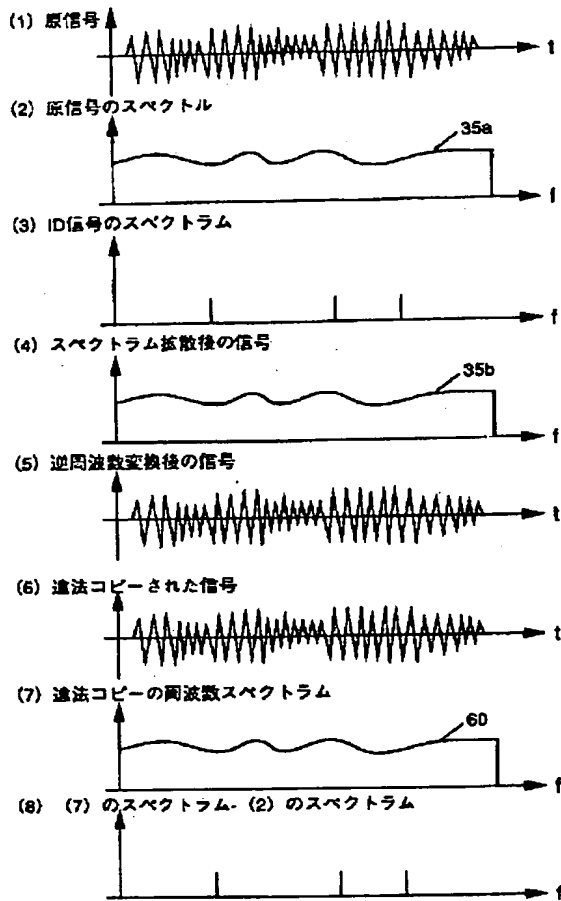
【図52】



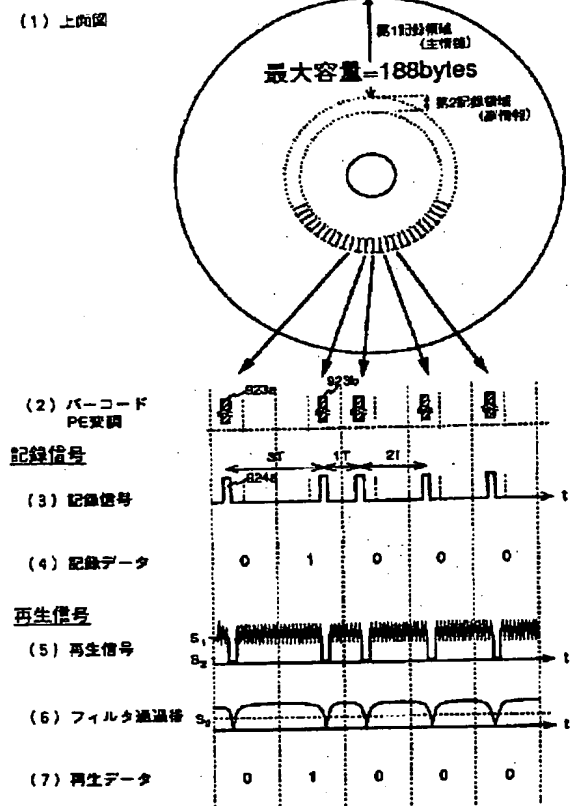
【図53】



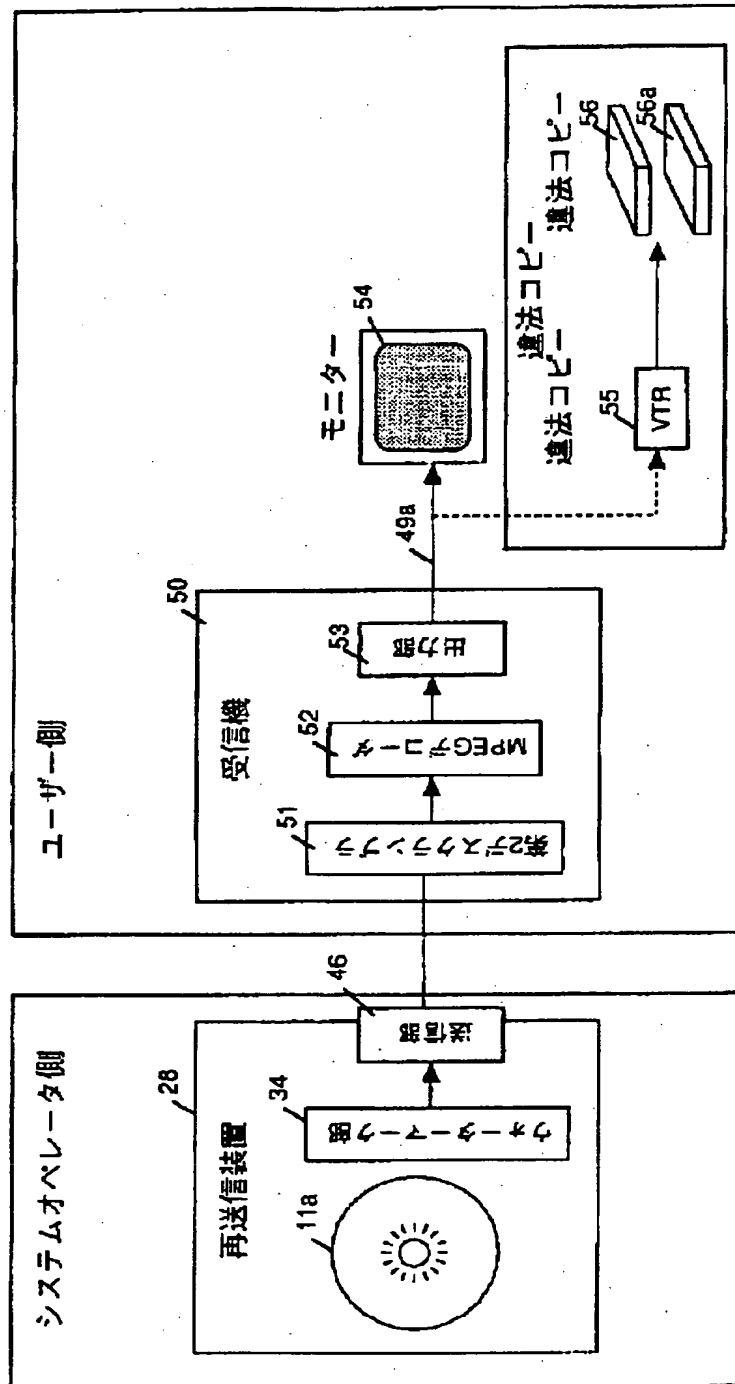
【図54】



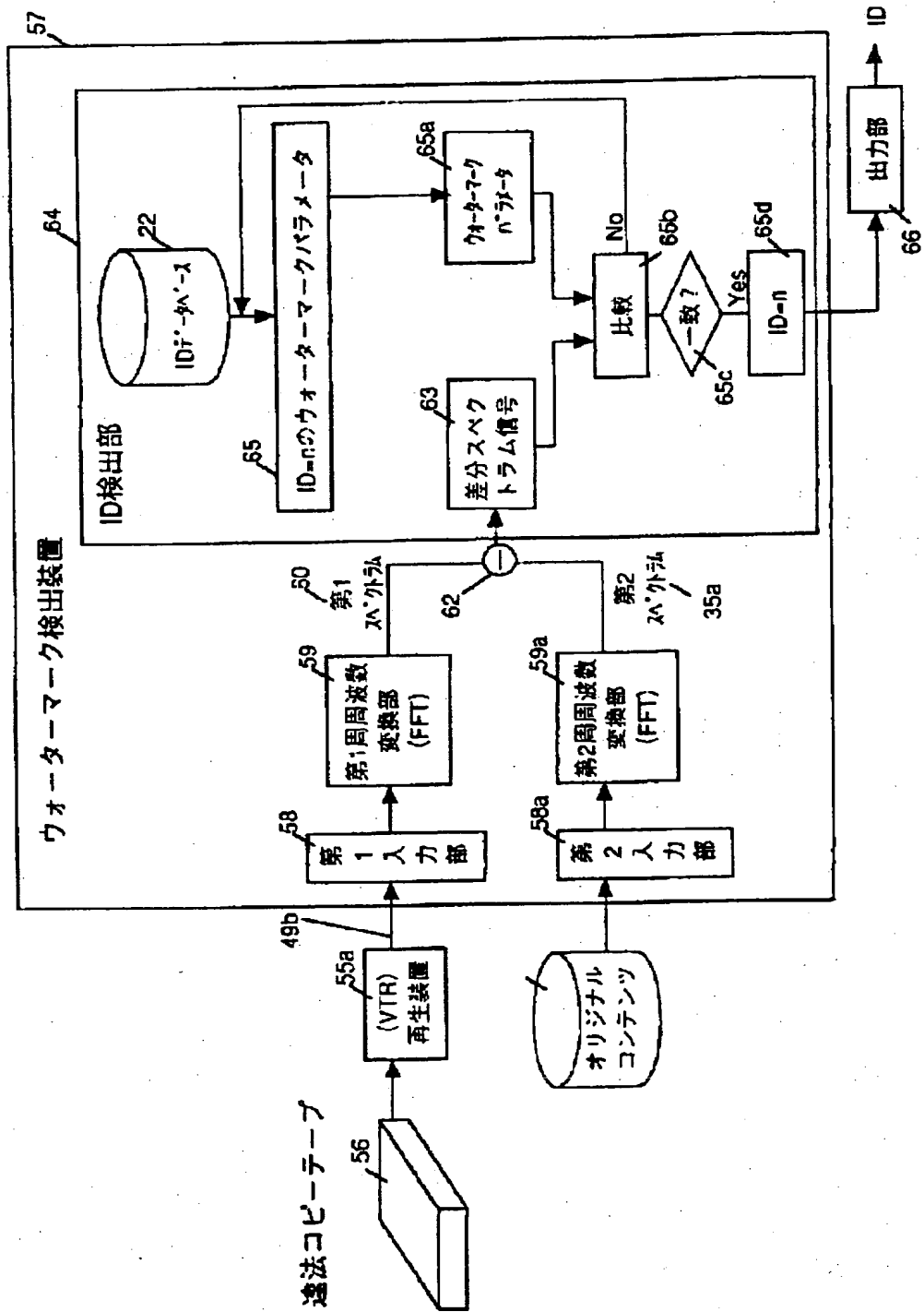
【図58】



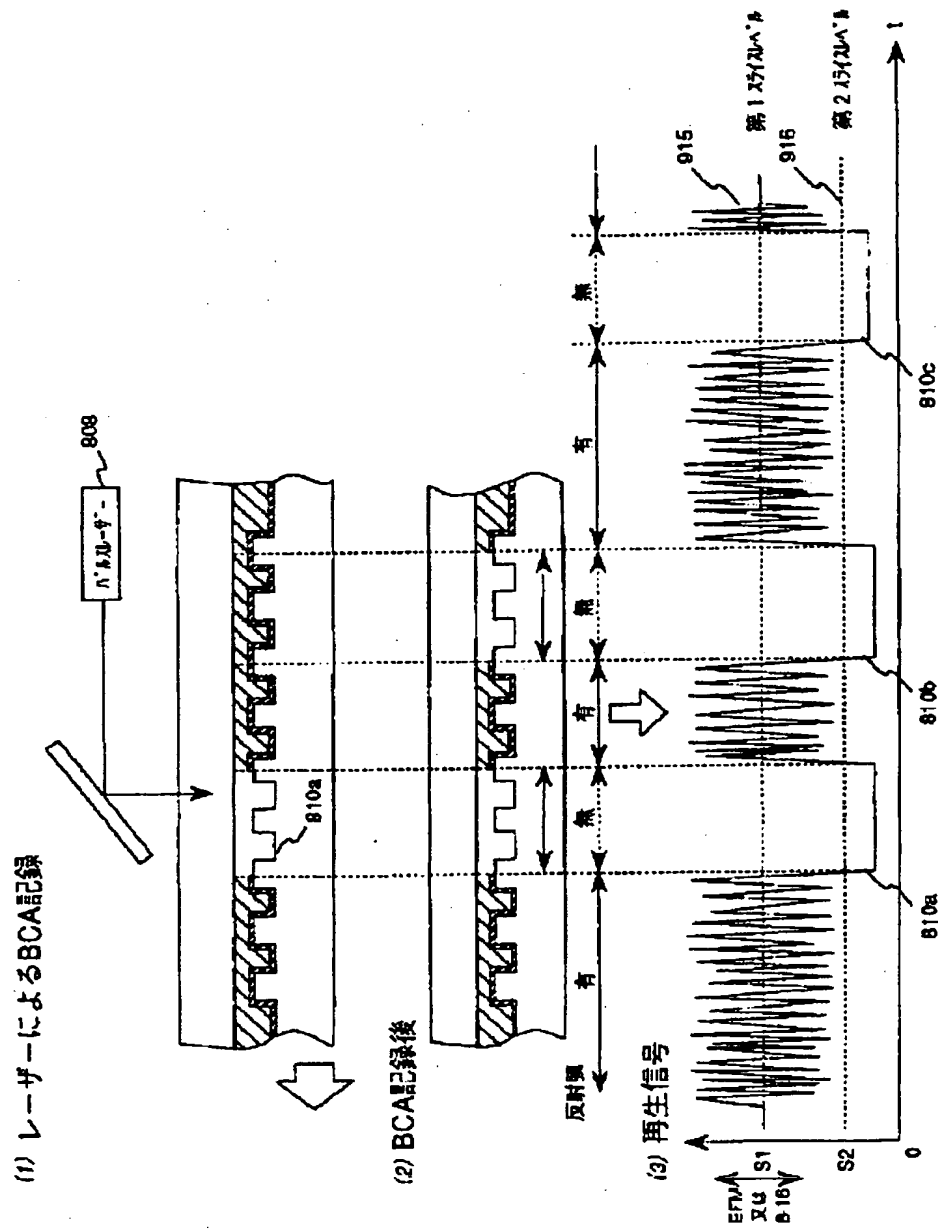
【図55】



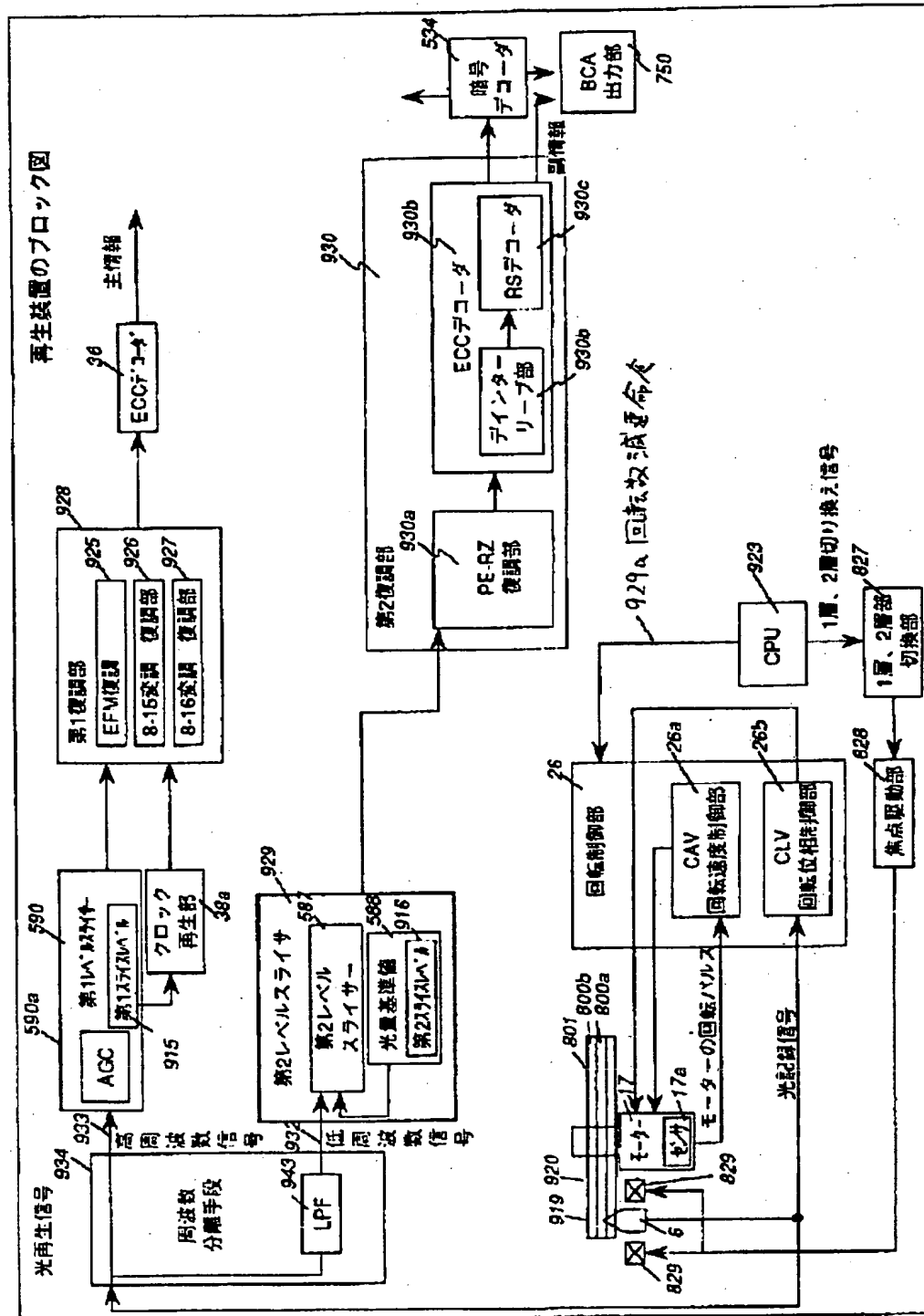
【図56】



【図57】



【図59】



## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平8-211304

(32)優先日 平8(1996)8月9日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 小石 健二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 守屋 充郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 後藤 芳稔

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 竹村 佳也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**